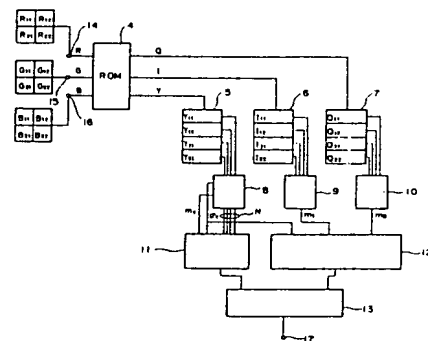


(54) SYSTEM FOR CODING COLOR PICTURE DATA

(11) 63-269682 (A) (43) 7.11.1988 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-103001 (22) 28.4.1987
 (71) CANON INC (72) MITSURU MAEDA
 (51) Int. Cl. H04N1/41, H04N7/13, H04N11/04

PURPOSE: To obtain a compressed picture matching the visual property of human beings, by coding brightness information and color information in such a way that the bit length (quantization density) is made shorter (coarser) in accordance with the degree of an edge.

CONSTITUTION: An edge detecting means 8 which detects the edge of color picture data in a block, producing means which produces a code word of a fixed length indicating that the edge is detected in a block, and coding means 11 and 12 which respectively code brightness information and color information into code words of prescribed bit lengths which are changed in accordance with the presence/absence of the edge, are provided. Therefore, by changing the quantities of bright information and color information and coding the information into variable codes having a fixed length as a whole in accordance with the information of the edge information quantity (for example, standard deviation) on brightness which is easily produced during the course of coding, coding which is free from visual deterioration and high in efficiency can be realized by utilizing the masking visual property of human beings.



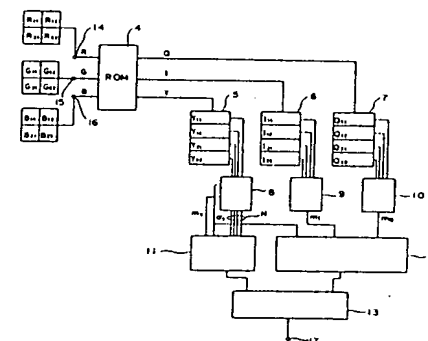
5: $Y_{11} \sim Y_{22}$ register. 6: $I_{11} \sim I_{22}$ register. 7: $Q_{11} \sim Q_{22}$ register.
 9, 10: arithmetic part. 13: synthesizer

(54) SYSTEM FOR ENCODING COLOR PICTURE DATA

(11) 63-269683 (A) (43) 7.11.1988 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-103002 (22) 28.4.1987
 (71) CANON INC (72) MITSURU MAEDA
 (51) Int. Cl. H04N1/41, H04N7/13, H04N11/04

PURPOSE: To conform a decoded picture with the visual property of human beings, by coding brightness information and color information in accordance with the degree of an edge and, at the same time, compressing and preserving the resolution.

CONSTITUTION: An edge detecting means 8 which detects the edge of color picture data in a block, a producing means which produces a code word of fixed length indicating that the edge is detected in a block, arithmetic means 9, 10, and the means 8 which calculate mean values and gradients of colors from color information, and encoding means 11 and 12 which respectively code brightness information and the mean values and gradients of colors into code words of different length in accordance with the presence/absence of the edge, are provided. Therefore, the degree and gradient of a color can be encoded in accordance with the degree of a detected edge and visual deterioration can be reduced.



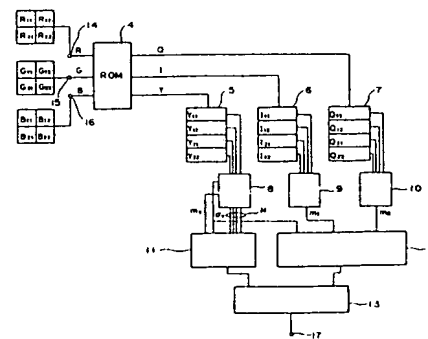
5: $Y_{11} \sim Y_{22}$ register. 6: $I_{11} \sim I_{22}$ register. 7: $Q_{11} \sim Q_{22}$ register.
 13: synthesizer

(54) SYSTEM FOR ENCODING COLOR PICTURE DATA

(11) 63-269684 (A) (43) 7.11.1988 (19) JP
 (21) Appl. No. 62-103003 (22) 28.4.1987
 (71) CANON INC (72) MITSURU MAEDA
 (51) Int. Cl. H04N1/41, H04N7/13, H04N11/04

PURPOSE: To reduce visual deterioration, by encoding mean values of the distribution constitution and each distributing area of color picture data in accordance with the presence/absence of an edge.

CONSTITUTION: An edge detecting means 8 which detects the edge of color picture data in a block, a producing means which produces a code word of fixed length indicating that the edge is detected in a block, means 9 and 10 which respectively calculate mean values of information indicating the distribution constitution of color picture data in blocks and mean values of color picture data in each distributing area in accordance with the edge, and encoding means 11 and 12 which respectively code the mean values of the information indicating distribution constitution and color information into code words of different bit length according to the presence/absence of the edge, are provided. Therefore, brightness information and color information can be coded efficiently in accordance with the degree of the edge and, at the same time, the resolution can be compressed and preserved efficiently. As a result, a decoded picture is matched with the visual property of human beings.



5: $Y_{11} \sim Y_{22}$ register. 6: $I_{11} \sim I_{22}$ register. 7: $Q_{11} \sim Q_{22}$ register.
 13: synthesizer

⑩ 日本国特許庁(JP) ⑪ 特許出願公開
⑫ 公開特許公報(A) 昭63-269682

⑬ Int.Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公開 昭和63年(1988)11月7日
H 04 N 1/41 C-8220-5C
7/13 Z-7060-5C
11/04 Z-7245-5C 審査請求 未請求 発明の数 1 (全 33 頁)

⑮ 発明の名称 カラー画像データ符号化方式

⑯ 特 願 昭62-103001

⑰ 出 願 昭62(1987)4月28日

⑱ 発 明 者 前 田 充 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑲ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
⑳ 代 理 人 弁理士 大塚 康徳 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

カラー画像データ符号化方式

2. 特許請求の範囲

(1) 明るさ情報と色情報からなるカラー画像データを所定の大きさのブロックを単位として符号化するカラー画像データ符号化方式において、

上記ブロック内におけるカラー画像データのエッジを検出するエッジ検出手段と、

上記ブロック内に上記エッジが検出されたことを示す固定長の符号語を生成する生成手段と、

前記明るさ情報及び色情報とを夫々、上記エッジの有無に応じて異なる長さの所定ビット長の符号語に符号化する符号化手段と、

上記固定長の符号語と所定ビット長符号語とを圧縮された符号化コードとすることを特徴とする

カラー画像データ符号化方式。

(2) 前記符号化手段は、エッジが検出された場合は、前記明るさ情報及び色情報とを夫々、より短いビット長に符号化する事を特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(3) 前記エッジ検出手段は、前記明るさ情報から明るさエッジを検出する事を特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(4) 前記エッジ検出手段は、前記色情報から明るさエッジを検出する事を特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(5) 前記エッジ検出手段は、前記色情報から色エッジを検出する事を特徴とする特許請求の範囲

第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(6) 前記エッジ検出手段は、前記明るさ情報の標準偏差値から、明るさエッジを検出する事の特徴とする特許請求の範囲第3項又は第4項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(7) 前記エッジ検出手段は、前記明るさ情報の最大値と最小値との差から、明るさエッジを検出する事の特徴とする特許請求の範囲第3項又は第4項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(8) 前記エッジ検出手段は、前記色情報の最大値と最小値との差から、色エッジを検出する事の特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(9) 前記符号化手段は、

明るさ情報から標準偏差、平均明るさ、明るさのブロック内勾配を演算する演算手段と、

これら3つの値を夫々量子化する手段とを含む事の特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(10) 前記符号化手段は、

色情報から、色平均値、色勾配を演算する演算手段と、

これら2つの値を夫々量子化する量子化手段とを含む事の特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(11) 前記符号化手段は、前記標準偏差値を、エッジの有無にかかわらず、固定長の符号語に符号化し、前記生成手段はこの符号化された標準偏差値を、前記エッジが検出されたことを示す固定長の符号語とする事の特徴とする特許請求の範囲第5項に記載のカラー画像データ符号化方式。

(12) 前記符号化手段は、

3

前記標準偏差値を所定の閾値と比較する比較手段と、

前記生成手段はこの比較結果を示す1ビットを前記エッジが検出されたことを示す固定長の符号語とする事の特徴とする特許請求の範囲第6項に記載のカラー画像データ符号化方式。

5

4

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、色情報と明るさ情報とからなるカラー画像データを、画素のブロック単位で符号化するカラー画像データ符号化方式に関するものである。

〔従来の技術〕

従来のカラー画像データ符号化方式では、カラー画像データを明るさ情報と色情報とに分解して、それぞれを固定長で符号化するのが一般的である。

〔発明が解決しようとする問題点〕

ところが人間の視覚特性は解像度が高い画像と中間調画像とを区別して認識できるが、この2つの相反する性質を有するカラー画像を上記固定的な符号化方式で符号化した場合に、もし符号長を

6

短くとれば、符号化の圧縮効率は向上するが人間の視覚特性を犠牲にする。例えば、色情報に解像度情報がない時、特にブロック内にエッジを含む場合は色がにじんだり、細線が再生されないなどの問題が生じる。反対に、符号長を長くすれば、人間の視覚特性にマッチするが、圧縮効率は低下する。

本発明は上述従来例の欠点を除去するために提案されたものでその目的は、高効率かつ視覚的劣化の少ないカラー画像データ符号化方式を提案するところにある。

【問題点を解決するための手段】

上記課題を解決するための本発明に係るカラー画像データ符号化方式の構成は、明るさ情報と色情報からなるカラー画像データを所定の大きさのブロックを単位として符号化するカラー画像デ

ータ符号化方式において、ブロック内におけるカラー画像データのエッジを検出するエッジ検出手段と、ブロック内に上記エッジが検出されたことを示す固定長の符号語を生成する生成手段と、前記明るさ情報及び色情報とを夫々、上記エッジの有無に応じて異なる長さの所定ビット長の符号語に符号化する符号化手段とを備える。

【作用】

上記構成の発明によると、検出されたエッジの程度に応じて、前もって決められた長さではあるが、複数通りの可変の長さに明るさ及び色が符号化される。

〔以下余白〕

7

以下、第1図～第25図の添付図面に従つて、本発明に係る実施例を3例説明する。

〔第一実施例〕

〈画素ブロック〉

この第一実施例では説明を簡易にするために、画素ブロックの大きさとして 2×2 画素とする。第2図はその画素ブロックの分割を示す図である。第2図では、画素は4ブロック(2a～2d)に分割されている。1はカラー画素を示す。カラー画素1は色の原刺激であるところのR(赤)、G(緑)、B(青)の情報を複数ビットの情報(以下、これを多値情報とする)として持っている。ここでは説明の便宜上、R、G、Bの各信号は8ビットずつとする。従つて、1つのカラー画素は全体で24ビットの情報量をもつ。第3図はそうした画素のブロック内の構成を表す。

8

同図において、3a～3dは第2図の1つのカラー画素を表す。以下、この画素ブロック内のカラー画素3a、3b、3c、3dのカラー画像データを夫々順に、 X_{11} 、 X_{12} 、 X_{21} 、 X_{22} とする。各画素の $X_{11} \sim X_{22}$ は前述のようにR、G、Bの多値情報である。 X_{11} のRの情報を R_{11} とし、同様にG、Bに対して G_{11} 、 B_{11} とし、 X_{12} 、 X_{21} 、 X_{22} についても同様とすると、

$$X_{11} = \{R_{11}, G_{11}, B_{11}\},$$

$$X_{12} = \{R_{12}, G_{12}, B_{12}\},$$

$$X_{21} = \{R_{21}, G_{21}, B_{21}\},$$

$$X_{22} = \{R_{22}, G_{22}, B_{22}\},$$

となる。

〈第一実施例全体の概略〉

第1図は第一実施例に係る符号化装置の全体ブロック図である。この符号化装置は、4画素を1

9

10

ブロックとしてブロック毎に符号化して、そのブロックの特徴に応じて第9A図又は第9B図に示した如き符号化コードに変換するものである。その符号化過程で、RGB信号は、ROM4により、Y(明るさ)IQ(色差)信号に変換され、変換されたYIQ信号はその信号毎に、特徴抽出回路8, 9, 10により特徴を抽出され、更にその特徴に応じて、符号器11, 12により2通りに符号化(符号器11は第9A図のフォーマットのように、符号器12は第9B図のフォーマットのように符号化する)し、これら2つの符号化コードのいずれか一方を、合成器73から出力するものである。

第4図は、第9A, B図と共に、第一実施例に係る符号化の概略を表わしたものである。同図において、符号化の特徴を理解し易くするために、

1 1

用の読み出し専用メモリ(以下、ROMと略す)であり、Y, I, Qは一般にTV信号として用いられている輝度情報Yと色差情報I, Qである。この信号変換用ROM4は入力アドレスとしてR, G, B情報を使用し、出力データとしてY, I, Q情報を出力する。そこで、 X_{11} から算出されるY情報を Y_{11} 、I情報を I_{11} 、Q情報を Q_{11} とする。以下、 X_{12} , X_{21} , X_{22} についても同様である。

5, 6, 7は信号変換用ROM4によつて変換された1ブロックのY, I, Q情報を、YIQ毎に蓄積するレジスタである。即ち、5はY情報レジスタ、6はI情報レジスタ、7はQ情報レジスタである。これらのレジスタ5, 6, 7には、 X_{11} , X_{12} , X_{21} , X_{22} から算出された Y_{11} ~ Y_{22} , I_{11} ~ I_{22} , Q_{11} ~ Q_{22} 情報が順番に取り

1 3

復号化の手続きも合せて示す。 m_Y はブロック内の平均の明るさを示す。 σ_Y はブロック内の明るさについてのエッジ情報(本実施例では、 Y_{11} の標準偏差)であり、 N_{11} はブロック中心(明るさ m_Y をもつ)から各画素方向への明るさ変化を上記標準偏差 σ_Y で規格化したもの、即ち、

$$N_{11} = (Y_{11} - m_Y) / \sigma_Y$$

である。従つて、復号化により、

$$Y_{11}' = N_{11} \cdot \sigma_Y + m_Y$$

$$I_{11}' = m_I$$

$$I_{01}' = m_0$$

が得られる。第1図実施例の回路は上記符号化を実現するように構成されている。

(RGB→YIQ変換)

第1図に戻つて、4はRGB情報をYIQ情報に、テーブルを参照して変換するための信号変換

1 2

込まれる。

(特徴抽出)

ブロック内の情報として X_{11} ~ X_{22} の全ての情報は、レジスタ5~7に蓄積された後、レジスタに接続している演算器8~10に入力される。これらの演算器8~10の構成は第5図に示した通りである。ここで、演算器8は第5図に示した回路構成であり、演算器9, 10は第5図中で平均値算出器22を含む破線で示した部分34の構成と等価である。

演算器8は、ブロック内の信号Yについての平均値 m_Y 、明るさについてのエッジ情報を示す σ_Y 、そして各画素方向について前記平均値 m_Y から各画素の Y_{11} ~ Y_{22} の明度変化を前記 σ_Y により規格化したものを算出する。又、演算器9, 10は、夫々I情報のブロック内の平均値 m_I 、

1 4

Q情報のブロック内の平均値 m_0 を算出する。

演算器について第5図を用いて、Y情報の特徴抽出を行なう回路8を例にして説明する。端子18は Y_{11} 情報を入力し、端子19は Y_{12} 、端子20は Y_{21} 、端子21は Y_{22} 情報を入力する。平均値算出器22はこれらの情報を全て加算し、その和を入力情報の数(4個)で除算する。この場合は、平均値算出器22の出力のうち下位の2ビットを下位側へシフトオフすることにより、4の除算を行う。従って、平均値算出器22の出力 m_v は

$$m_v = \sum_{i,j} Y_{ij} / 4$$

となる。

尚、前述したように、演算器9、10は第5図の破線34で囲んだ部分のみで構成された回路を

15

算器23からは各画素の明るさ情報 Y_{ij} の平均値 m_v からの差分値 S_{ij} が出力される。即ち、

$$S_{ij} = Y_{ij} - m_v$$

$$(i = 1, 2, j = 1, 2)$$

である。これら差分値 S_{ij} はROM24に入力される。ROM24は入力の2乗したものを出力するROMである。ROM24の出力は各画素の差分値 S_{ij} を2乗したものの、つまり、

$$S_{ij}^2 = (Y_{ij} - m_v)^2$$

$$(i = 1, 2, j = 1, 2)$$

を出力する。これら各画素の差分値 S_{ij} の2乗値は平均値算出器25に入力されその出力 σ_v^2 は

$$\sigma_v^2 = \sum_{i,j} S_{ij}^2 / 4$$

となり、これはブロック内の分散である。この結果はROM26に入力される。ROM26は入力

17

流用し、その出力端子28より1、Qについてのブロック内の平均値 m_1 、 m_0 を出力する。

続いて演算器8によつて算出される明るさについてのエッジ情報量 σ_v について説明する。この第一実施例では、明るさについてのエッジ情報量 σ_v として、ブロック内の標準偏差値を用いる。この標準偏差 σ_v を求めるために、減算器23、ROM24、26、そして平均値算出器25が用いられる。ROM26から出力される σ_v は、

$$\sigma_v^2 = \left(\sum_{i,j} (Y_{ij} - m_v)^2 / 4 \right)^{1/2}$$

$$(i = 1, 2, j = 1, 2)$$

で計算される。

即ち、減算器23には画素の明るさ情報 $Y_{11} \sim Y_{22}$ が被減算値として入力され、ブロック内の平均値 m_v が減算値として入力される。従って、減

16

の平方根を出力する。つまり、

$$\sigma_v = \left(\sum_{i,j} S_{ij}^2 / 4 \right)^{1/2}$$

を出力する。これはブロック内の標準偏差値を表す。これを明るさについてのエッジ情報量 σ として端子29より出力する。上記のROM24、26はLUT(ルックアップテーブル)方式のROM等を用いればよい。

第一実施例では、この σ_v の値をブロック内にエッジが存在するかどうかの目安としている。

次に、Y情報 $Y_{11} \sim Y_{22}$ を規格化する方法について述べる。前述の減算器23の出力は、平均値 m_v と各 $Y_{11} \sim Y_{22}$ との差分値 $S_{11} \sim S_{22}$ である。除算器27にて、これらの差分値を標準偏差値 σ_v で除算する。即ち、この商を N_{ij} とすると、

18

$$N_{ij} = \frac{S_{ij}}{\sigma_Y}$$

である。ただし、標準偏差値 σ_Y が“0”のときは、 N_{ij} は全て0とする。 σ_Y は標準偏差であり、即ち、各画素の平均的なバラツキである。この σ_Y で S_{ij} を除した N_{ij} は、第4図の示すように、ブロックの中心位置から各画素方向への明るさの勾配を示すものと考えられる。 S_{ij} も勾配と考えられるが、 σ_Y で規格化することにより、 N_{ij} はブロックの大きさに依存しない勾配を示す量となる。尚、 N_{ij} はYIQが夫々8ビットであることに鑑み、9ビット長とする。

端子30からは Y_{11} の規格値 C_{11} を、以下、端子31からは Y_{12} の規格値 C_{12} 、端子32からは Y_{21} の規格値 C_{21} を、端子33からは Y_{22} の規格値 C_{22} を出力する。

19

っている。そこで、各規格化値 N_{ij} を、ROM41では、4ビット(=16段階)に等分割量子化し、ROM42では3ビット(=8段階)に等分割量子化して、夫々情報量を減じる。このように、量子化の程度を変えているのは、ブロックがエッジ等の構造を含まない場合は、量子化を粗くしても問題がないからである。従つて、ROM41からの出力は N_{11} 、 N_{12} 、 N_{21} 、 N_{22} の順で16ビット長、ROM42からの出力は同じく12ビット長となる。

ROM41出力はセクタ43へ送出される。一方、ROM42の出力の12ビットは、更に、下位ビットに4ビットの“0000”を付加して、セクタ43に送出される。セクタ43は、これらROM41、ROM42の出力を、明るさについてのエッジ情報量 σ_Y の大きさに応じ

(符号化)

これら演算器8の出力である m_Y 、 σ_Y 、 N_{ij} は符号器11に入力され、そして演算器9、10の出力である m_i 、 m_o と前記 σ_Y とは符号器12に入力される(第1図参照)。

明るさ情報の符号器11のブロック図を第6図に示す。符号器11はROM41、ROM42及びセクタ43から成っている。端子37~40には、第5図の演算器8出力である σ_Y 、 N_{ij} が入力され、入力端子36には同様にエッジ情報量 σ_Y が入力する。ROM41、ROM42は、夫々入力規格化値 N_{11} ~ N_{22} をその大きさによつて数段階に量子化する。前述の様に、R、G、Bが各8ビットであるとき、Y、I、Q情報も各8ビットの情報を持ち、また規格化値 N_{11} ~ N_{22} も9ビット(=512段階)の情報量をそれぞれが持

20

て選択出力する。即ち、 T_i を予め決められた閾値とすると、

N_{ij} : 4ビット量子化($\sigma_Y > T_i$)

N_{ij} : 3ビット量子化($\sigma_Y < T_i$)

である。このように σ_Y の大きさによつて異なる量子化を行なうのは、明るさ情報Yに基づいてブロック内に明るさの大きな変化が存在したと判断したときは、明るさに関連する情報(特に、 N_{ij})の量子化密度をこまかくとる。逆に、ブロック内に明るさの大きな変化が存在しないと判断したときは、明るさ情報の情報量を小さくとり、結果的に色情報の情報量を大きくとることを可能にする。

このようにして選択されたセクタ43の出力の最上位ビットの部分に対して、明るさについてのエッジ情報量 σ_Y (7ビット)を付加し、さら

21

22

にその下位にブロック内の明るさ情報の平均値 m_v (8ビット) を付加して、明るさ情報 (全31ビット) として端子44より出力する。尚、第6図中の「 $m_{ss} \vee m_{ls}$ 」等の符号はシフト器を表わし、例えば、シフト器63は、MSB側の入力データをMSBから順にその入力幅で入力して並べ、次にLSB入力側の入力データを、前記MSB側入力データの次から順に並べる事を行なう。

次に、色情報 (I, Q) についての符号化を行なう符号器12 (第3図) のブロック図を第7図に示す。

端子46は演算器9 (第3図) から出力されたI情報のブロック内の平均値 m_i を入力する。同様に端子47はQ情報のブロック内の平均値 m_o を入力する。セレクト48の一方の入力は、 m_i 、

m_o をI, Qの順番で結合したものである。 m_i , m_o は夫々8ビットの大きさであるから、結合したものは16ビットである。一方、セレクト48の他方の入力は、シフト器64, 65にて、平均値 m_i , m_o をそれぞれ下位2ビットずつ削除したものを、シフト器66により、上位ビットよりI, Qの順番で結合したものに、シフト器67により、上位ビットに4ビットの“0”を付加したものである。セレクト48は、これらの2つの入力をエッジ情報量 σ_v の大きさによつて選択出力する。つまり、

平均値 m_i, m_o :

8ビット量子化 ($\sigma > T$);

8ビット量子化 ($\sigma < T$);

である。エッジ情報量 σ_v の大きさが前述の予め決定された閾値 T ; より大きければ ($\sigma > T$);

2 3

後者の入力、即ち、平均値 m_i, m_o が8ビットずつで上位に4ビットの“0”を付加したものを選択する。逆に、 σ_v の大きさが前述閾値 T ; より小さければ、前者の入力、即ち、平均値 m_i, m_o の8ビットずつをそのまま結合したものを選択する。つまり、明るさ情報によつて、ブロック内に明るさの大きな変化が存在したと判断したときは、色情報の情報量を小さくし、逆に、存在しないと判断したときは色情報の情報量を大きくする。

このようにして選択されたセレクト48の出力は端子49より第3図に示した合成器13の一方の入力となる。

(合成)

符号器11, 12の出力は合成器13へ入力される。この合成器13の構成を第8図に示す。同

2 4

図において、端子50は符号器11からの、明るさ情報を符号化したものを入力する。端子51は符号器12からの、色情報を符号化したものを入力する。シフト器70にて明るさ情報から下位4ビットを、シフト器71にて色情報から上位4ビットを取り出し、OR回路52によつて、上記の4ビットについての論理和を上位ビットから計算する。

つまり、明るさについてのエッジ情報量 σ_v の大きさが前記閾値 T ; より大きい場合、シフト器70のLSB出力の4ビットには明るさ情報の有意な情報が入っており、シフト器71のMSB出力の4ビットには“0”が入っているので、OR回路52の出力は明るさについての有意な情報 (4ビット長) となる。逆に、 σ_v が前記閾値 T ; より小さい場合は、シフト器70のLSB出

力には“0”が、シフト器71のMSB出力には色情報の有意な情報が入っているので、OR回路52の出力は色についての4ビットの有意な情報となる。

シフト器72では、明るさ情報の下位4ビットを除いた情報(27ビット)を最上位とし、次にOR回路52の出力(4ビット)を配置し、最下位に色情報の上位4ビットを除いた情報(12ビット)配置して端子53より出力して符号化を終了する。

このようにして符号化された43ビットのビットの配置を第9図に示す。第9A図はエッジ情報量 σ_v が閾値 T より大きかった場合、第9B図は σ_v が前記閾値 T より小さかった場合の符号のビットの配置である。又、同図の上の数字はビットの位置を示している。

27

内平均値 m_0 として得る。

従つて、再生されるY情報、I情報、Q情報を各画素毎に $Y_{11}' \sim Y_{22}'$ 、 $I_{11}' \sim I_{22}'$ 、 $Q_{11}' \sim Q_{22}'$ とすると、

$$Y_{ij}' = N_{ij} \times \sigma_v + m_v$$

$$I_{ij}' = m_i$$

$$Q_{ij}' = m_0$$

$$(i = 1, 2, j = 1, 2)$$

さらに、符号化時と同様にYIQ情報をRGB情報に、テーブルを参照して変換するためのROMを用いて再生されたRGB情報 R' 、 G' 、 B' を得る。このようにして符号化の逆手順によつて復号すればよい。

(第一実施例の変形)

上記第一実施例では、明るさについてのエッジ情報量としてブロック内の標準偏差値を使用した

(復号化)

また、第一実施例による符号の復号化は前述の手順の逆を行えば良い。即ち、入力符号の最上位の37～42ビット(σ_v)を取り出し、前記の閾値 T と比較して、ブロックが明るさの大きな変化を含むものであるかを調べて、符号のビットの配置が第9A図に示すものか、第9B図に示すものかを判断する。次に、36～28番目のビットをY情報の平均値 m_v として取り出す。

また、各画素のY情報 $Y_{11} \sim Y_{22}$ を規格化した $N_{11} \sim N_{22}$ を、ブロック内に明るさの大きな変化が有ると判断した場合(第9A図)は4ビットずつ取り出し、ないと判断した場合(第9B図)は3ビットずつ取り出して得る。残りのビットについては、これらを2つに分けて、上位をI情報のブロック内平均値 m_i 、下位をQ情報のブロック

28

が、他にもブロック内の画素値の最大値と最小値の差を使用して、回路構成を簡易化することもできる。また、実施例では符号化するための情報形態としてTV方式のY、I、Q情報を用いたが、他の明るさ情報と色情報に分解する情報形態、例えばCIE 1976(L^* 、 a^* 、 b^*)空間の L^* 、 a^* 、 b^* 情報であつても勿論良い。また実施例では説明を簡易とするために、符号器としてビットの間引き割り付けを用いたが、他の符号化、例えばベクトル量子化符号化であつても勿論良い。

(第一実施例の効果)

この第一実施例によると、符号化前にはブロックあたりの情報量は96ビットであつたが、これを符号化して43ビットとし、圧縮率44.8%を達成している。更に、エッジの有無に応じた符

号化を行なわないで明るさ情報、色情報を独立に固定長符号化を行ったとき、明るさ情報31ビット、色情報16ビット、合計47ビット必要であるが、エッジの有無に応じた符号化を行なうことにより、これを更に4ビット減じて、かつ視覚的劣化の少ない符号化が可能となる。

かくして、カラー画像を複数の画素ブロックに分割してブロック単位で明るさ情報と色情報を分解し、全体で固定長の符号化を行うとき、

①：符号化の途中で容易に生成される明るさについてのエッジ情報量（例えば標準偏差）の情報をもとに、明るさ情報と色情報の情報量の大きさを変え、可変符号化し、全体で固定長の符号化を行うことによつて、人間のマスキングの視覚特性を生かして視覚的な劣化がなく、高効率が得られる符号化を実施できる。

3 1

る。第10図は、その第二実施例に係る符号化装置の全体ブロック図である。この第10図の回路構成を説明する前に、第11A図を用いて第二実施例の符号化の概念を説明する。この実施例では、第一実施例と同じようにカラー画像データとして、YIQを用いる。このYIQのカラー画像データを、第11図に示すように、夫々（SEL, σ_Y , m_Y , C_{ij} ）、（ E_1 , m_1 ）、（ E_0 , m_0 ）に符号化する。 C_{ij} は第一実施例の N_{ij} を更に圧縮するために1ビットに符号化したものであるが、意味するところは同じである。符号化後のビット構成は第17図に示す通りである。ここで、 C_{ij} を除いて、 σ_Y , m_Y , m_1 , m_0 等の情報のもつ意味は第一実施例と基本的に同じであり、ただ量子化のビット数の点で異なる。

SELは、明るさエッジ情報 σ_Y の値がある閾

②：また、ブロック単位で固定長の符号化であるために、画像メモリ等に格納する場合、画素の画像内の位置関係を保つことが可能である。従つて、画像の大きさによつて必要なメモリ量は一定とすることができ、かつ画像処理を施すときも、周辺近傍画素の情報が容易に抽出することが可能となる。

〔第二実施例〕

第10図以下の図面を用いて、第二実施例を説明する。

（第二実施例全体の概略）

前述の第一実施例は、明るさが大きく変化する部分の有無を、明るさYの標準偏差 σ_Y 、規格情報 N_{ij} 等から判断していたが、この第二実施例では、上記明るさの大きく変化する部分を色情報（例えば、IQ）をも加味して判断するものであ

3 2

値を越えて、画素ブロックがエッジ部分を含んでいるものと判断されたときに、“1”となるビットである。このようにSELビットを付加するのも、第一実施例では σ_Y が固定ビット長であつたのに対し、第二実施例では第17A, B図に示すように可変長であるから、復号化時にSELビット情報が必要となるからである。 σ_Y が可変長であると同時に m_Y , m_1 , m_0 も、前記SELに応じて可変長である。

第11B図に、I, Q画像データからの符号化コードの一部であるところの E_1 , E_0 の概念の説明を示す。例えば、カラー画像データのYがブロック内で、第11B図のような明るい部分と暗い部分との分布をもつた場合に、明るい部分に対応するI（又はQ）の平均値を m_1 、暗い部分に対応するI（又はQ）の平均値を m_0 。とすると、上

記 E_1, E_0 は、これらの平均値 m_1 と m_0 との差である。

C_{ij} は第11B図に示したような明るさの分布(明るさの構造)を示すものであるから、明るさ情報の復号化は第一実施例と同じように、

$$Y_{ij}' = C_{ij} \cdot \sigma_Y + m_Y$$

により行なわれる。復号化時、SELは σ_Y, m_Y のビット長を知るのに使われる。色情報IQの復号化は、

$$I_{ij}' = C_{ij} \cdot E_1 \cdot SEL + m_1$$

$$Q_{ij}' = C_{ij} \cdot E_0 \cdot SEL + m_0$$

により行なわれる。ここで、ブロック内にエッジ等を含む場合は、SELは“0”となるから、

$$I_{ij}' = m_1$$

$$Q_{ij}' = m_0$$

となり、第一実施例と同じである。即ち、SEL

が“0”のときは強いエッジが存在しないから、 C_{ij}, E_1 (又は E_0)等の構造に関する情報の符号化が必要なく、その分、 $m_1(m_0)$ の量子化密度を上げて復号化時の再現性を向上することができる。又、SELが“1”のときは、明るさのエッジ情報のみならず、色に関するエッジ情報 $E_1(E_0)$ も符号化され、それが復号化されるので、第二実施例では第一実施例よりも更に解像度の再現性が向上するものとなる。

(回路構成)

第10図はかかる符号化を実現する回路の全体図である。端子105から $R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}$ の順にR情報を入力する。また端子106からはG情報を、R情報と同様の順で入力する。端子107もB情報を入力する。変換部の08は入力されたR、G、B情報からそれぞれの画素につい

35

て明るさ情報と色情報を分離して出力するための信号変換部である。変換されたYIQ信号は夫々のレジスタ109、110、111に格納される。これらの変換部108、レジスタ109、110、111は、基本的には第一実施例のROM4、レジスタ5、6、7と同じものである。

演算器112は上記 σ_Y, m_Y, C_{ij} を出力する。判断器113はSELを出力する。平均器114は m_1 を、平均器115は m_0 を、夫々出力する。平均差分器116は E_1 を、平均差分器117は E_0 を夫々出力する。合成器118、119は、夫々独立して、ブロック内にエッジが存在する場合と、存在しない場合とで符号化された上記情報を合成し、セレクト120が前記SELの値に応じて、合成器118、119の出力のいずれかを選ぶ。

37

38

(画素ブロック)

画素ブロックの大きさ、ブロック内の画素の画像データ等については、前記第一実施例と同じであり、従つて、第二実施例に対しても第2図、第3図を援用する。

カラー画像データYIQの特徴抽出は演算器112、判断器113、平均器114、115、平均差分器116、117によりなされる。

(特徴抽出／符号化…Y情報)

第12図はYについての特徴抽出／符号化を行なう演算器112の構成図である。尚、第12図中の破線で囲まれた部分は、平均器114、115の回路と等価である。第12図において、端子122からは Y_{11} 、端子123からは Y_{12} 、端子124からは Y_{21} 、端子125からは Y_{22} をそれぞれ入力する。平均値算出器126はこれらの入

38

力に対して、その和をとり、入力情報の数で除算する。従つて、平均値算出器128の出力 m_y は、

$$m_y = (\sum_j Y_{ij}) / 4$$

$$(j=1, 2, j=1, 2)$$

で表され、ブロック内の平均値となる。

続いて、127の減算器によつて、各画素の情報 Y_{ij} からブロック平均値 m_y を引いた S_{ij} を、

$$S_{ij} = Y_{ij} - m_y$$

と得る。ROM128、平均値算出器129、ROM130により、

$$\sigma_y = ((\sum_j S_{ij}^2) / 4)^{1/2}$$

が得られ、これはブロック内の標準偏差値を表す。

39

を、端子140からは C_{y2} を出力し、端子135からはブロック内のY情報の平均値 m_y を、端子136からは m_y の上位5ビットを端子133からはブロック内のY情報の標準偏差値 σ_y を、端子134からはこの σ_y の上位4ビットを出力する。

演算器112より出力されたブロック内の明るさのエッジ情報(エッジ量)としての σ_y は、判断器113に入力される。この判断器113では、これらの値から、明るさエッジ量 σ_y によつて明るさと色の情報量を切換える信号、即ち上述のSELを生成する。

第13図は判断器113の構成図である。この第二実施例では、Y情報の標準偏差値 σ_y を求め、この σ_y を予め決定された閾値 T_y と比較する。その結果、

最後に、Y情報 $Y_{ij} \sim Y_{22}$ の規格化について述べる。除算器131は、第一実施例と同じく、規格化値 N_{ij} を

$$N_{ij} = \frac{Y_{ij} - m_y}{\sigma_y}$$

に従つて演算する。コード器132はこれらの N_{ij} を、予め決められた閾値 T_y と比較して2値化して、規格化値コード C_{ij} を出力する。この2値化は次式に従う。

$$C_{ij} = \begin{cases} 1 : N_{ij} > T_y \\ 0 : N_{ij} < T_y \end{cases}$$

第一実施例では規格化値 N_{ij} のみであったが、この N_{ij} を規格化値コード C_{ij} に2値化することにより、より効率の高い圧縮が果たせる。

このようにして、演算器112の端子137からは Y_{ij} の2値化された規格化値コード C_{ij} 、端子138からは C_{y2} を、端子139からは C_{y1}

40

$$SEL = \begin{cases} 1 : \sigma_y > T_y \\ 0 : \sigma_y < T_y \end{cases}$$

とする。

SEL=1の場合は、色の解像度情報(E_{11} , E_{01})を付加し、明るさ情報(m_y , σ_y)と色の階調情報(m_{11} , m_{01})のビット数を減じるような符号化を行なう。

逆にSEL=0の場合は、明るさ情報(m_y , σ_y)と色情報の階調情報(m_{11} , m_{01})のビット数を増すような符号化を行なう。尚、この比較器143の替りに、減算器を用いて、その差の符号ビットを切換信号(SEL)として出力してもよい。この切換信号は端子142より出力される。

こうして演算器112からは、Yの符号化コード σ_y , m_y , C_{ij} 等が出力される。

(特徴抽出/符号化…1, Q)

41

42

次に、色情報の符号化について述べる。

平均器114、115はブロック内のI、Q情報の平均値を求める。平均値は、I、Q情報の情報量がそれぞれ8ビットであるので、8ビットの情報量があれば充分である。そこで、平均器114、115は8ビットの平均情報(m_i, m_q)を出力し、更に後述する合成器118、119が、ブロック内にエッジが存在するとき($SEL=1$)には m_i, m_q の上位6ビット(第17A図参照)を、ブロック内にエッジが存在しないとき($SEL=0$)には8ビットの m_i, m_q (第17B図参照)を出力するようにしている。尚、前述したように、この平均器114、115の回路は第12図の破線145で囲まれた部分と等価な構成回路が適用されている。

次に色についての解像度情報をコード化する手

法について説明する。第一実施例においては色の解像度というものは捨象していたが、第二実施例においては、この色の解像度を E_i, E_q として符号化する。例えばブロック内に異なる2つの色が存在する場合(第11B図参照)は、ブロック内に明るさについてのエッジがある($SEL=1$)とみて、第11A、B図に関連して既に説明したように、このエッジによつて分けられる各々の画素群(例えば、より明るい画素群(添字 i で示す)とより暗い画素群(添字 q で示す))に分類する。そして各画素群間で、色情報I、Q夫々についての平均値(m_{i1} と m_{i2} 、 m_{q1} と m_{q2})の差を、上記 E_i, E_q とするのである。即ち、ブロック内の色の配置 E_i, E_q は、明るさ情報の画素の配置情報であるところの規格化コード値 C_{ij} に依存する。 C_{ij} をどのように E_i, E_q と関連付けさ

43

れるかについては以下説明する。

第14図は、解像度情報 E_i, E_q を求める第10図における平均差分器116、117の構成図である。説明の便宜上、第14図はIについての平均差分器116を示すである。端子148~149からは、演算器112(第12図)からの規格化値コード $C_{i1} \sim C_{i2}$ が入力される。これらの C_{ij} はコード器132(第12図)によつてコード化されているために1ビットの情報量であると共に、 C_{ij} が“1”である画素は明るさ情報Yの値の大きな画素であることを、又、 C_{ij} が“0”である画素はYの値の小さな画素であることを意味する。

カウンタ154は、 C_{ij} が“1”である画素の数、つまり、ブロック内で明るさ情報Y値の大きな画素の数 n_{i1} を計数する。一方、減算器168

44

で、 C_{ij} が“0”である画素の数、つまり、Y値の小さな画素の数 n_{i2} を演算する(これはブロックの画素数が全部で4であることから、 $n_{i2}=4-n_{i1}$ で計算する)。これらの n_{i1} 、 n_{i2} は上記 m_{i1} 、 m_{i2} 、 m_{q1} 、 m_{q2} を除算器170、171で演算するのに用いられる。

ゲート155~158は夫々、 C_{ij} が“1”である I_{ij} のみを通すゲートである。従つて、加算器159は、ブロック内で明るさ情報Yの大きな画素のみの I_{ij} の総和が演算される。除算器171は加算器159の出力 ΣI_{ij} を n_{i1} で除した平均値を出力する。即ち、除算器171で出力される m_{i1} は、明るくて C_{ij} が“1”であるところの画素群の平均色である。

反転器160~163により、 C_{ij} は反転されているから、除算器170の出力 m_{i2} は、暗くて

45

—502—

46

C_{11} が“0”であるところの画素群の平均色である。

減算器172は C_{11} によつて出力を変更する。即ち、 C_{11} が“1”のとき、つまり画素 X_{11} の明るさ情報の値が大きい場合、 $m_{11}-m_{12}$ を出力、 C_{11} が“0”のとき、つまり画素 X_{11} の明るさ情報の値が小さい場合、 $m_{12}-m_{11}$ を端子173から出力する。この $m_{11}-m_{12}$ 若しくは $m_{12}-m_{11}$ を E_1 とするのである。

(合成)

上記の各回路で符号化して得た各符号化コード $SEL, \sigma_Y, m_Y, C_{11} \sim C_{22}, E_1, E_0, m_{11}, m_{12}$ は合成器118, 119に入力される。

第15図は合成器118の構成図である。端子176から端子の順に夫々、切換信号 SEL 、 Y 情報ブロック内標準偏差値 σ_Y 、平均値 m_Y 、規格

化値コード $C_{11} \sim C_{22}$ 、 I の解像度情報 E_1 、 Q の解像度情報 E_0 、ブロック内の I の平均値 m_{11} 、 Q の平均値 m_{12} を入力する。これらを、この順で上位より連結して端子187より合成器118の出力として出力する。この合成器118は、 $SEL=1$ の場合の符号化コードを連結するためのものであり、その連結後のフォーマットは第17A図に示した如くである。合成器118に入力されるとき、 $SEL, \sigma_Y, m_Y, C_{11} \sim C_{22}, E_1, E_0, m_{11}, m_{12}$ の各ビット数は第15図にも示したあるように、順に、1, 7, 8, 1, 1, 1, 1, 5, 5, 8, 8である。そして、合成器118は、 $SEL=1$ のときは解像度が重視され階調度は重要ではないから、 m_Y, m_{11}, m_{12} のビット数を第15図に示してあるように、各シフト器にて下位ビットを落して、結果的に第17A図に示して

47

あるようなビット構成を得るものである。

第16図は合成器119の構成図である。端子188から端子の順に、切換信号(SEL)、 Y 情報ブロック内標準偏差値 σ_Y 、平均値 m_Y 、規格化値コード $C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$ 、 I 情報ブロック値 m_{11} 、 Q 情報のブロック内平均値 m_{12} を入力する。合成器118と同様に上位より連結して端子197より出力する。

これらの合成器118, 119の出力は切換信号 SEL の値に応じて、セレクタ120が選択する。即ち、切換信号 SEL が“1”のとき、つまりブロック内で明るさに大きな変化がある場合には合成器118の出力を選択する。このとき、出力された符号は第17A図のように、色の解像度情報として E_1, E_0 を含み、階調情報の情報量を減じたものである。逆に切換信号 SEL が“0”

48

のとき、つまりブロック内で明るさに大きな変化がある場合には合成器119の出力を選択する。このとき、出力された符号は色の解像度情報は含まず、前者の選択された出力と比して階調情報の情報量が増している。

出力された原信号の R, G, B 情報は情報量が各8ビットであつた。 Y, I, Q 情報も各画素8ビットであつた。即ち、ブロック内の符号化前の情報量は96ビットであつた。第17A図では切換信号 SEL は1ビット、 Y 情報のブロック内標準偏差値 σ_Y は4ビット(16段階)、 Y 情報のブロック内平均値 m_Y は5ビット(32段階)、 Y 情報の各画素規格値コード1ビット、 I 情報のブロック内の2色の色情報平均値差分 E_1 5ビット(32段階)、 Q 情報の平均差分 E_0 5ビット(32段階)、 I 情報のブロック内の X_{11} の情報を含む

色の平均値 m_Y 、6ビット(64段階)、Q情報のブロック内の X_{ij} の情報を含む色の平均値 m_o 、6ビット(64段階)である。

第17B図では切換信号SELは1ビット、Y情報のブロック内標準偏差値 σ_Y は7ビット(128段階)、Y情報のブロック内平均値 m_Y は8ビット(256段階)、Y情報の各画素規格値コード1ビット、I情報のブロック内平均値 m_i 、6ビット(256段階)、Q情報のブロック内平均値 m_o 、6ビット(256段階)である。

(復号化)

第二実施例の符号の復号化について説明する。まず、符号を入力し、最上位ビット(SEL)を取り出す。これが“1”のとき、第17A図に示すようなビット割付けと判断し、“0”のとき、第17B図に示すようなビット割付けと判断す

る。次に、 $\sigma_Y, m_Y, C_{11}, C_{12}, C_{21}, C_{22}$ を取り出す。このとき各画素のY情報として Y'_{ij} が再現されるとすると、

$$Y'_{ij} = C_{11} \times \sigma_Y + m_Y$$

として表わされる。

次に色情報を取り出す。SELが“1”のとき、即ちブロック内に色のエッジがあるとき、 E_{ij}, E_o, m_i, m_o を取り出し、復号化される I'_{ij}, Q'_{ij} は、

$$I'_{ij} = C_{11} \times E_{ij} + m_i$$

$$Q'_{ij} = C_{11} \times E_o + m_o$$

で表わされる。

これら再現された Y', I', Q' 情報を第10図に示した信号変換部108の逆変換を行い、 R', G', B' 情報を再現する。

(第二実施例の変形例)

5.1

第二実施例では、エッジ量としてY情報ブロック内の標準偏差値を使用した。他にもブロック内の画素値の最大値と最小値の差を使用して回路構成を簡易化することも可能である。

また、第二実施例では、 E_{ij}, E_o をそのまま段階を間引いて出力したが、自然界に存在する色の組合せに応じてこれらをベクトル量子化することもできる。

さらに、第二実施例では符号化する情報としてカラーテレビ信号のY、I、Q情報を使用した。明るさ情報と色の情報を分離するような情報系、例えば CIE1976で規定されている L^*, a^*, b^* 空間を使用することはもちろんかまわない。

画素ブロックの大きさも 2×2 以上であつてももちろん良いわけである。

5.2

さらに色情報の内で、2色がブロック内に存在するとき、 C_{11} の大きさによつて出力を選択しなくても、復号時の I', Q' の再現において、

$$I'_{ij} = C_{11} \times E_{ij} \times (-1)^{C_{11}} + m_i$$

$$Q'_{ij} = C_{11} \times E_o \times (-1)^{C_{11}} + m_o$$

であればよい。

(第二実施例の効果)

以上説明したように、カラー画像を複数の画素から成るブロックに分割して、ブロック単位で明るさ情報と色情報を分解して、ブロック単位で固定長の符号化を行う場合、明るさ情報からエッジ情報を生成し、これをもとに明るさ情報と色情報を個別に可変符号化した時のそれぞれの符号長を切換えることによつて、色のにじみ等の劣化を抑えたとともに人間の視覚特性に適合した高効率のカラー画像信号の符号化が可能となつた。

また、ブロック単位で固定長符号化を行う為、画像メモリに格納する際には、画素の画像内の位置関係を維持できるという効果がある。従つて、画像の大きさによつて必要な画像メモリの量が一意に決定することが可能である。また、このカラー画像に対して処理を施す際にも、周辺近傍画素の情報を容易に得ることが可能になり、かつブロック単位で処理が可能なので画像処理の高速化が行えるという効果がある。

【以下余白】

5 5

がない場合はブロック全体の平均値 m 。若しくは m 。を量子化したものを符号化コードとする。

②：エッジ検出

第一、第二実施例では、共にブロック内の標準偏差 σ からエッジを検出したが、この第三実施例では、色情報の最大値と最小値との差から検出する。

③：表色系

第一、第二実施例ではYIQであるのに対し、第三実施例では1975年CIE会議で均等知覚色空間として提案されたCIE1976(L^* , a^* , b^*)空間の指数である L^* , a^* , b^* を用いる。ここで、 L^* の値は明度を表し、 a^* , b^* の値は知覚色度を表す。

④：画素ブロック

第3図の4画素/ブロックを用いる。但し、説

〔第三実施例〕

第18図以下を用いて第三実施例を説明する。

（第三実施例の概略）

この第三実施例の概略を、第一実施例、第二実施例との比較から説明する。

①：解像度情報

第一実施例は解像度に関する情報を明るさのエッジとして検出し、このエッジ情報をも符号化して保存した。第二実施例では、更に明るさのエッジから色のエッジを検出し、明るさのエッジと色のエッジとを符号化した。この第三実施例では、色エッジを色情報そのものから検出する。色エッジは2つの色夫々について検出する。そして、第19図に示すように色エッジで分割された2つの領域の夫々についての色情報の平均値 m_{s1} （又は m_{s1} ）、 m_{s2} （又は m_{s2} ）を出力する。色エッジ

5 6

明の便宜上、第三実施例においては画素 X_{11} , X_{12} , X_{21} , X_{22} に関連する信号を、信号名に夫々添字1, 2, 1, 2を付す。

以上の特徴を踏まえた上で、第18図以下に従つて第三実施例を説明する。

変換部208は、端子205から R_1 , R_2 , R_3 , R_4 の順にR情報を入力し、端子206からは G_1 , G_2 , G_3 , G_4 の順で情報を入力し、端子207から B_1 , B_2 , B_3 , B_4 の順でB情報を入力する。変換部208は更に、入力されたR, G, B情報からそれぞれの画素について明るさ情報 L^* と色情報 a^* , b^* を分離して出力する。209, 210, 211はブロック単位で L^* , a^* , b^* の値を一時格納しておくレジスタである。これらのレジスタはシリアル入力—パラレル出力である。

5 7

5 8

(明るさ L^* の符号化)

明るさ情報、つまり L^* 情報の符号化について第20図を用いて述べる。この第20図回路中の277~282は、第12図中の128~132(第一実施例)と同じであるので、簡単にその動作を説明する。平均値算出器277は L^* 情報のブロック内平均値 m_L を出力する。ROM281は明るさエッジ情報であるところの標準偏差値 σ_L を出力する。又、コード器282は第12図のコード器132と同様に、規格化コード値 C_L ~ C_{15} を出力する。

平均値算出器277の出力は、4画素の L^* 情報の平均値 m_L として、8ビットの情報量をもっている。そこで、シフト器300は、この平均値 m_L を8ビットの情報として入力し、3ビットシフトすることにより、5ビットの情報に量子化

し、下位に2ビットの“0”を付加して、セレクト287の一方の入力に輸入する。セレクト287の他方の入力値は平均値 m_L である。セレクト287はこれらの2入力を、端子289より入力されたOR回路214(第18図)より出力された a^* エッジ信号(後述の S_a)と b^* エッジ信号(S_b)の論理和であるセレクト信号 SEL によつてセレクトする。即ち、

$$SEL = S_a + S_b$$

セレクト287出力 =

$$\begin{cases} 5 \text{ ビット } m_L & \{ SEL = 1 \cdots \text{色エッジ有り} \} \\ 8 \text{ ビット } m_L & \{ SEL = 0 \cdots \text{色エッジ無し} \} \end{cases}$$

同様に、ROM281より出力されたブロック内の標準偏差値 σ_L も7ビットの情報量をもっているが、シフト器301は、この σ_L を4ビットに量子化し、下位に3ビットの“0”を付加す

59

る。即ち、

セレクト288の出力 =

$$\begin{cases} 4 \text{ ビット } \sigma_L & \{ SEL = 1 \cdots \text{色エッジ有り} \} \\ 7 \text{ ビット } \sigma_L & \{ SEL = 0 \cdots \text{色エッジ無し} \} \end{cases}$$

であり、この σ_L を端子291より出力する。

(エッジ検出)

第21図は判断部212、213の構成図である。判断部212、213は回路構成自体は互いに等価であるので、判断部212について説明する。

この判断部212は、ブロック内の色のエッジの有無をブロック内の a^* の情報から調べ、それを a^* についてのエッジ信号 S_a として送出する。色のエッジの有無を調べる目安として、判断部212は、色平面である a^* - b^* 平面上の a^* 軸について、その最大値と最小値の差、

60

$$E_a = \text{Max}(a_1, a_2, a_3, a_4)$$

$$- \text{Min}(a_1, a_2, a_3, a_4)$$

を用いる。この色エッジの有無の目安となる E_a を色エッジ量とする。最大最小器228が、最大値 $\text{Max}(a_1, a_2, a_3, a_4)$ 、最小値 $\text{Min}(a_1, a_2, a_3, a_4)$ を出力し、減算器229がエッジ量 E_a を出力する。比較器230は予め決められた閾値 T_a と比較して、

$$S_a = 0 \quad (T_a > E_a) \cdots a^* \text{の色エッジ無し}$$

$$S_a = 1 \quad (T_a \leq E_a) \cdots a^* \text{の色エッジ有り}$$

となる色エッジ信号 S_a を出力する。

同様に、判断部213ではブロック内の色エッジの有無を、ブロック内の b^* 情報に基づいて、

$$E_b = \text{Max}(b_1, b_2, b_3, b_4)$$

$$- \text{Min}(b_1, b_2, b_3, b_4)$$

$$S_b = 0 \quad (T_b > E_b) \cdots b^* \text{の色エッジ無し}$$

61

62

$S_i = 1 (T_i \leq E_i) \cdots b^*$ の色エッジ有りとなる色エッジ信号 S_i を出力する。SEL = $S_i + S_i$ となるのは前述した通りである。このように、SEL は S_i と S_i のいずれか一方が "1" であるときは "1" となるが、この場合でも S_i か S_i のいずれか一方は "0" の場合もあり得ることに留意すべきである。このことは後述する第三実施例の色の符号化結果に関連する(第25図参照)。

〈色の階調情報〉

ブロック平均値算出器 215、216 はブロック内の a^* 又は b^* 情報の平均値 m_a 又は m_b を求める。つまり、

$$m_a = (a_1 + a_2 + a_3 + a_4) / 4$$

$$m_b = (b_1 + b_2 + b_3 + b_4) / 4$$

を算出し出力する。

63

$$B_{i1} = \begin{cases} 1 & \{ a_i \geq m_a \} \\ 0 & \{ a_i < m_a \} \end{cases} \quad (i = 1 \sim 4)$$

を出力する。これら $B_{i1} \sim B_{i4}$ は 2 入力 AND 回路 239 ~ 242 にそれぞれ入力される。AND 回路の他方の入力 a^* エッジ信号 S_i が入力される。各画素の B_{i1} と S_i との論理積を求める。つまり、AND ゲート 239 ~ 242 は、 $S_i = 1$ のとき、つまり色エッジがブロック内に存在するとき、各画素の情報の 2 値化値 $B_{i1} \sim B_{i4}$ を a^* 情報の 2 値化情報 $C_{i1} \sim C_{i4}$ として出力する。逆に $S_i = 0$ のとき、つまり色エッジがブロック内に存在しないとき、"0" を $C_{i1} \sim C_{i4}$ として出力する。これらの $C_{i1} \sim C_{i4}$ は、色エッジによつて分割された 2 つの領域内の平均の色を演算するのに用いられる。

〈領域内色情報抽出〉

〈色エッジ分布抽出〉

2 値化部 218、219 の構成を第 22 図に示す。2 値化部 218、219 は回路的には互いに等価であるので、 a^* 情報の 2 値化を行う 2 値化部 218 を例にとつて説明する。この 2 値化部はブロック内に色エッジがあり、その色エッジにより当該ブロックが二分される場合に、その二分された 2 つの領域の分布を二値コード $C_{i1} \sim C_{i4}$ で表わすものである。即ち、例えば C_{i1} が "1" であれば、画素 X_1 の色 a^* は、そのブロック内で、色の値が大きい方の領域に属している事を示す。

第 22 図に基づいて説明すると、比較器 238 は、 $a_1 \sim a_4$ の夫々とブロック内平均値 m_a とを比較して、その比較結果を $B_{i1} \sim B_{i4}$ とすると、

64

第 23 図は平均部 220、221 の構成図である。平均部 220、221 は同じ構成であるので平均部 220 について述べる。平均部 220 への入力 a^* 情報は、上記 2 値化情報 $C_{i1} \sim C_{i4}$ 、各画素の a^* 情報 $a_1 \sim a_4$ である。を入力する。カウンタ 255 は $C_{i1} \sim C_{i4}$ の "1" の数を計数する。又、カウンタ 265 は $C_{i1} \sim C_{i4}$ の "0" である数を計数する。

カウンタ 255、AND 回路 256 ~ 259、平均値算出器 260 は、ブロック内に色エッジ ($S_i = 1$) があるときの、平均値 m_a より a^* 情報が大きい画素のみをふりいにかけて、その平均値 m_{a1} を求める。この部分が第 19 B 図の m_{a1} に対応する。尚、色のエッジがブロック内にないとき、 C_{i1} は "0" なので、平均値 m_{a1} は "0" となる。又、平均値 m_{a1} は 8 ビットの情報量をも

つ。一方、カウンタ265、AND回路266～269、平均値算出器270は、 m_a より a^* 情報が小さい画素の a^* 情報の平均値 m_{a1} を出力する。

こうして、平均部220は m_{a1} (8ビット)、 m_{a2} (8ビット)を出力する。尚、色のエッジがブロック内にないとき、平均値 m_{a1} は“0”となり、平均値 m_{a2} はブロック全体の a^* 情報の平均 m_a と等しくなる。

又、平均部221も m_{b1} 、 m_{b2} を出力し、同じく、色のエッジがブロック内にないとき、平均値 m_{b1} は“0”となり、平均値 m_{b2} はブロック全体の b^* 情報の平均 m_b と等しくなる。

選択器222について説明する。この選択器222は、二値化部218、219の出力 C_{a1} ～ C_{a4} と C_{b1} ～ C_{b4} を、エッジ信号 S_a 、 S_b の組合

せによつて選択する。その出力 C_1 ～ C_4 は以下のようになる。

$S_a = S_b = 0$ のとき、

$C_1 \sim C_4 = C_{a1} \sim C_{a4}$ (但し、 $C_{a1} \sim C_{a4}$ は

前述の2値化器の結果から

全て“0”である)

$S_a = 0$ 、 $S_b = 1$ のとき、

$C_1 \sim C_4 = C_{b1} \sim C_{b4}$

$S_a = 1$ 、 $S_b = 0$ のとき

$C_1 \sim C_4 = C_{a1} \sim C_{a4}$

$S_a = S_b = 1$ のとき、

$C_1 \sim C_4 = C_{a1} \sim C_{a4}$ (a^* と b^* のプロ

ック内の2色分布は大きく

違わないので、 a^* の分布

に従うものと考えられるか

らである)

67

以上のことから、選択器222は、 S_a の値のみをみて、 $C_1 \sim C_4$ を $C_{b1} \sim C_{b4}$ 又は $C_{a1} \sim C_{a4}$ から選択すればよい。第25図を参照。

(合成)

以上のようにして得られた、SEL、 m_L 、 σ_L 、 $C_{L1} \sim C_{L4}$ 、 S_a 、 S_b 、 m_{a1} 、 m_{a2} 、 m_{b1} 、 m_{b2} 、 $C_1 \sim C_4$ が合成器223に入力する。

前述したように、セレクタ287 (第20図)の出力は、

$\begin{cases} 5 \text{ ビット } m_L & \{ S_{EL} = 1 \dots \text{色エッジ有り} \\ 8 \text{ ビット } m_L & \{ S_{EL} = 0 \dots \text{色エッジ無し} \end{cases}$

同様に、セレクタ288の出力は、

$\begin{cases} 4 \text{ ビット } \sigma_L & \{ S_{EL} = 1 \dots \text{色エッジ有り} \\ 7 \text{ ビット } \sigma_L & \{ S_{EL} = 0 \dots \text{色エッジ無し} \end{cases}$

であるから、先ず、合成器223はSELの値に応じた m_L 、 σ_L のビット長を選んで、シフトし合成する (第24図参照)。 $C_{L1} \sim C_{L4}$ について

68

は、そのまま合成器223から出力する。

m_{a1} 、 m_{a2} 、 m_{b1} 、 m_{b2} の合成については、合成器223は、 S_a 、 S_b の値に応じて、第25図のように合成する。ここで、 m_{a1} 、 m_{a2} 、 m_{b1} 、 m_{b2} は本来8ビットであるが、例えば、 a^* にエッジがあるとき ($S_a = 1$) は、 m_{a1} 、 m_{a2} の上位4ビットが出力される。又、例えば、 b^* にエッジがない ($S_b = 0$) ときは、 m_{b2} をそのまま m_b (8ビット) として出力する。

このようにして、情報と情報、即ち、色情報と明るさ情報をそれぞれ色エッジの有無によつて情報量に変化する符号とした。第24A、B図から明らかなように、ブロック内の色エッジの有無によつて符号内の明るさ情報と色情報が占める割合が変化している。

(復号化)

最後に第三実施例の復号化について簡単に述べる。第24A、B図のような符号を受けとつた後に、最上位ビットのSELを参照する。

まず、SELが“0”であつた場合、ブロック内に色エッジがないものとして復号する。各画素の復号後の L' 情報を対応する画素毎に L_1' 、 L_2' 、 L_3' 、 L_4' とすると、次の式で表される。

$$L_1' = m_L + o_L \times C_L$$

また、復号後の a'' 及び b'' は次式で表わされる。

$$\begin{cases} a'' = m_a \\ b'' = m_b \end{cases}$$

これら復号された各画素の L'' 、 a'' 、 b'' に符号化のとき、変換器208で行つた変換の逆変換を行い、復号された R 、 G 、 B 情報 R' 、 G' 、 B' を得る。

7 1

このようにして復号された L' 、 a' 、 b' 情報 L'' 、 a'' 、 b'' はSEL=0のときと同様にして復号された R 、 G 、 B 情報 R' 、 G' 、 B' を得る。

〈第三実施例の展開〉

実施例では明るさ情報の符号化をブロック内の平均値と標準偏差と2値コードによつて実現したが、標準偏差の代わりに画素間の値の最小差分値等を用いることももちろんよい。さらには明るさ情報の符号化を他の符号化方法、例えばベクトル量子化を行つてもよい。

実施例では明るさ、色情報として Y 、 I 、 Q 情報を用いたが、明るさ情報と色情報を分離するような情報系、例えばCIE1978で規定されている L^* 、 a^* 、 b^* 空間、又は一般に TV などで用いられる Y 、 I 、 Q 空間を使用することももちろんよい。

7 3

SELが“1”であつた場合、ブロック内に色エッジがあるものとして復号する。SEL=0と同様に L_1' ～ L_4' は

$$L_1' = m_L + o_L \times C_L$$

となる。

a'' 情報、 b'' 情報については、符号(第24図)中の S_a ビットと S_b ビットの組合せから、第25図の例に従つて決定される。即ち、

$S_a = 0$ 、 $S_b = 1$ のとき、

$$\begin{cases} a'' = m_{a1} \times C_1 + m_{a2} \times C_2 \\ b'' = m_{b1} \times C_1 + m_{b2} \times C_2 \end{cases}$$

$S_a = 1$ 、 $S_b = 0$ のとき、

$$\begin{cases} a'' = m_{a1} \times C_1 + m_{a2} \times C_2 \\ b'' = m_{b1} \times C_1 + m_{b2} \times C_2 \end{cases}$$

$S_a = 1$ 、 $S_b = 1$ のとき、

$$\begin{cases} a'' = m_{a1} \times C_1 + m_{a2} \times C_2 \\ b'' = m_{b1} \times C_1 + m_{b2} \times C_2 \end{cases}$$

7 2

画素ブロックの大きさも、本実施例では 2×2 であつたが、 2×2 以上であつてももちろんかわらない。また実施例中の各構成ブロック、又は回路の一部を予め決められたROMによつて置換することも可能である。

また複数色を実施例では2色としたが、ブロックの大きさが大きくなれば、3色、4色となる。従つてブロックの大きさによつてその複数色の数をブロック内に含まれると考えられる数だけの色の分布情報と多値化し、同時に各色の色情報も増加すればよい。

実施例では色の分布情報を、明るさの解像度情報とは別個に符号内に含んでいるが、色の分布情報を、第二実施例のように、明るさの解像度で代用することは可能である。

また、色エッジの有無判定の閾値との比較を

7 4

a^*, b^* 別個に行つたが、 a^*, b^* の情報を統合した情報、例えば a^* のブロック内の最大、最小 a_{max}, a_{min} 、 b^* の最大、最小 b_{max}, b_{min} からの $\{(a_{max} - a_{min}) + (b_{max} - b_{min})\}$ や $\{(a_{max} - a_{min})^2 + (b_{max} - b_{min})^2\}^{1/2}$ などを用いることも考えられる。

〈第三実施例の効果〉

以上説明したように、カラー画像を複数の画素から成るブロックに分割して、ブロック単位で明るさ情報と色情報とに分解して、ブロック単位で固定長の符号化を行う場合、色情報からエッジ情報を抽出し、これをもとに明るさ情報と色情報を個別に可変長符号化した時のそれぞれの符号長を切換え、必要に応じて色情報に解像度情報をもたせることによつて色のにじみ等の劣化を抑えたとともに、人間の視覚特性に適合した高能率のカラー

一画像信号の符号化が可能となつた。

また、ブロック単位で固定長の符号化を行う為、画像メモリに格納する際には画素の画像内の位置関係を維持できるという効果がある。従つて画像の大きさによつて必要な画像メモリの量が一意に決定することが可能である。また、このカラー一画像に対して画像処理を施す際にも周辺近傍画素の情報を容易に得ることが可能になり、かつブロック単位で処理が可能なので画像処理の高速化が行えるという効果がある。

〔まとめ〕

第一～第三実施例に開示された符号化装置をまとめてみると、

A-1:

第一～第三実施例には共通して、ブロック内にエッジが検出されたことを示す固定長の符号語を

7 5

生成し、明るさ情報及び色情報とを夫々、エッジの有無に応じて異なる長さの所定ビット長の符号に符号化する構成が開示されている。

この構成により、明るさ情報 (Y 若しくは L*) と色情報 (IQ 若しくは a^*, b^*) とを、エッジの程度に応じて、第 9 A、17 A、24 A 図、又は第 9 B、17 B、24 B 図のように、ビット長 (量子化密度) を短く (粗く) 符号化する。このために、圧縮効率が上がると同時に、人間の視覚特性にマッチした圧縮画像が得られる。

エッジが検出されたことを示す固定長の符号語は、例えば第一実施例では固定長の σ_y であり、第二、第三実施例では SEI が相当する。これは、第二、第三実施例では σ_y をエッジの存在に応じて 2 通りの長さに符号化 (量子化) しているために、SEI が必要となるためである。

7 7

7 6

尚、1 ブロックのカラー画像データに対応する符号化コードの全長 (第一実施例では 43 ビット、第二、第三実施例では 36 ビット) を、エッジの有無にかかわらず固定的とすれば、前述したような画像メモリ等に格納する場合に、画素の画像内の位置関係を保つことができる等の効果がある。

A-2:

エッジ検出は、明るさ情報から明るさエッジを検出 (第一実施例)、色情報から明るさエッジを検出 (第二実施例)、色情報から色エッジを検出 (第三実施例) するなどする。

A-3:

符号化コードの明るさ部分は標準偏差 (σ_y)、平均明るさ (m_y)、明るさのブロック内勾配 (N_y 若しくは C_y) を所定長に符号化 (量子

7 8

化)したものであり、

色部分は、色平均値 (m_r, m_g, m_b)、色勾配 ($E_r, E_g, m_{r1}, m_{r2}, m_{g1}, m_{g2}$)を所定長に符号化(量子化)したものである。

B-1:

第2、第3実施例に共通して、ブロック内にエッジが検出されたことを示す固定長の符号語を生成し、エッジが検出されると、明るさ情報 (Y, L^*)、並びに色情報からの色の平均値 (m_r, m_g, m_b)と色の勾配 ($E_r, E_g, m_{r1}, m_{r2}, m_{g1}, m_{g2}$)とを、エッジの有無に応じて異なる長さの所定ビット長の符号語に符号化する構成が開示されている。

この構成により、エッジに関する情報が効率良く圧縮かつ保存され、復号化された画像も人間の視覚特性に合致している。

79

明るさ分布に対応する各領域の色情報の平均値 $m_{r1}, m_{r2}, m_{g1}, m_{g2}$ をしている。

C-3:

第三実施例では、色情報のブロック内平均値 m_r, m_b を演算し、この平均値と各画素の色情報値との差からブロック内の色分布 $C_{r1} \sim C_{r4}$ 、 $C_{b1} \sim C_{b4}$ を検出し、この色分布に対応する各領域の色情報の平均値 $m_{r1}, m_{r2}, m_{b1}, m_{b2}$ を演算する。

[発明の効果]

以上説明したように本発明によれば、明るさ情報と色情報とを、エッジの程度に応じて、ビット長(量子化密度)を短く(長く)符号化する。このために、圧縮効率が上がると同時に、人間の視覚特性にマッチした圧縮画像が得られる。

4. 図面の簡単な説明

C-1:

第一〜第三実施例に共通して、ブロック内にエッジが検出されたことを示す固定長の符号語を生成し、カラー画像データのブロック内における分布構成を示す情報並びに各分布領域におけるカラー画像データの平均値とが、エッジの有無に応じて異なる長さの所定ビット長の符号語に符号化される構成が開示されている。

この構成により、エッジに関する情報が効率良く圧縮かつ保存され、復号化された画像も人間の視覚特性に合致している。

C-2:

第二実施例では、明るさ情報 Y から明るさエッジ σ_y を検出し、更に明るさのブロック内平均値 m_y を演算し、 m_y と各画素の明るさ値との差からブロック内の明るさ分布 C_{y1} を検出し、この

80

第1図は第一実施例に係る符号化回路の全体構成図、

第2図、第3図は第一〜第三実施例に用いられる画素ブロックを説明する図、

第4図は第一実施例における符号化結果、復号化結果を説明する図、

第5図は第一実施例の演算器の構成を示すブロック図、

第6図は第一実施例の符号器11の構成を示すブロック図、

第7図は第一実施例の符号器12の構成を示すブロック図、

第8図は第一実施例の合成器13の構成を示すブロック図、

第9A、9B図は第一実施例における符号化コードのフォーマットの構成を示すブロック図、

81

82

第10図は第二実施例の全体構成を示すブロック図、

第11A図は第二実施例における符号化結果、復号化結果を説明する図、

第11B図は第二実施例におけるブロックがエッジにより分割される様子を説明する図、

第12図は第二実施例の演算器112の構成を示すブロック図、

第13図は第二実施例の判断器113の構成を示すブロック図、

第14図は第二実施例の平均差分器116の構成を示すブロック図、

第15図は第二実施例の合成器118の構成を示すブロック図、

第16図は第二実施例の合成器119の構成を示すブロック図、

第17A、17B図は第二実施例における符号化コードのフォーマットの構成を示すブロック図、

第18図は第三実施例の全体構成を示すブロック図、

第19図は第三実施例においてブロックがエッジにより分割される様子を説明する図、

第20図は第三実施例のL^{*}符号化部217の構成を示すブロック図、

第21図は第三実施例の判断部212の構成を示すブロック図、

第22図は第三実施例の二値化部218の構成を示すブロック図、

第23図は第三実施例の平均部220の構成を示すブロック図、

第24A、24B図は第三実施例における符号

8 3

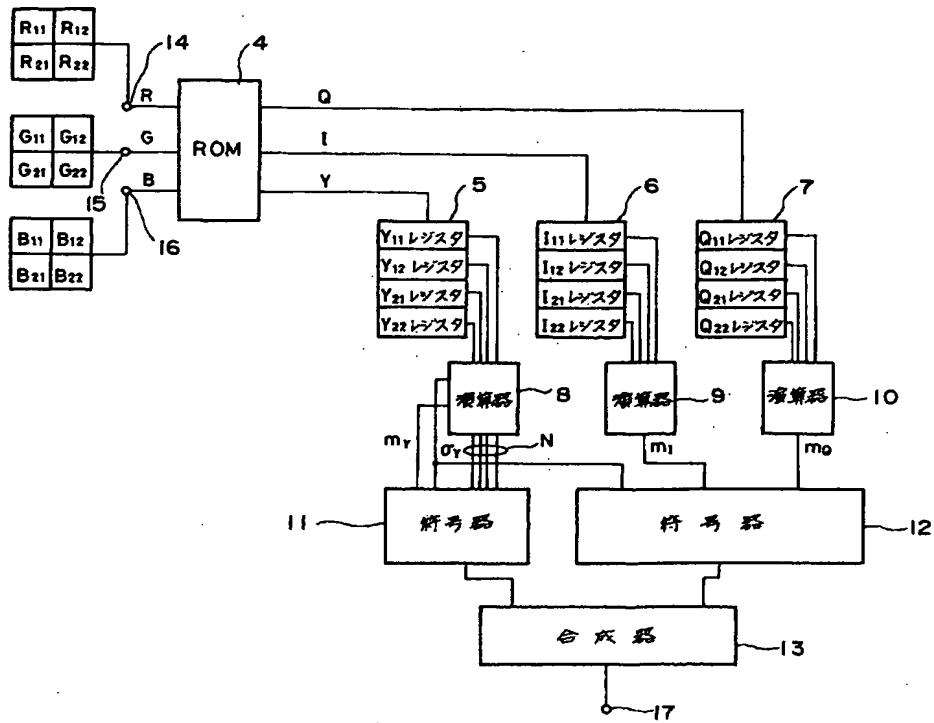
化コードのフォーマットの構成を示すブロック図、

第25図は第三実施例において、色エッジの存在に応じた色情報の符号化フォーマットの例を示す図である。

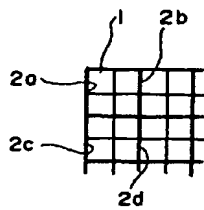
図中、

8、9、10、112…演算器、11、12…符号器、73、118、119…合成器、113…判断器、114、115…平均器、116、117…平均差分器、212、213…判断部、215、218…ブロック平均器、217…L^{*}符号化部、218、219…平均部、222…選択器である。

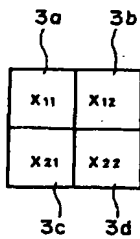
8 4



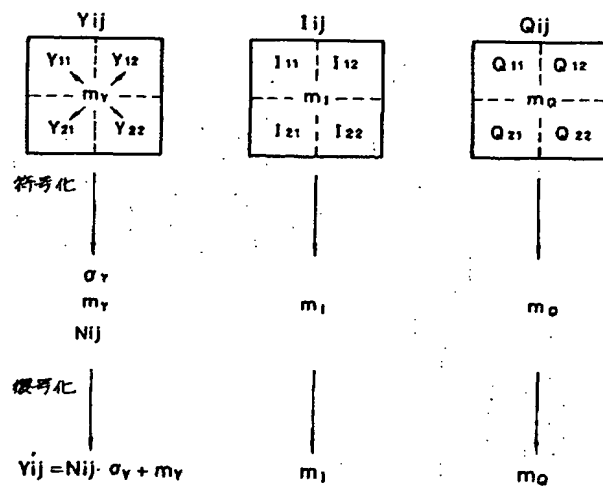
第 1 図



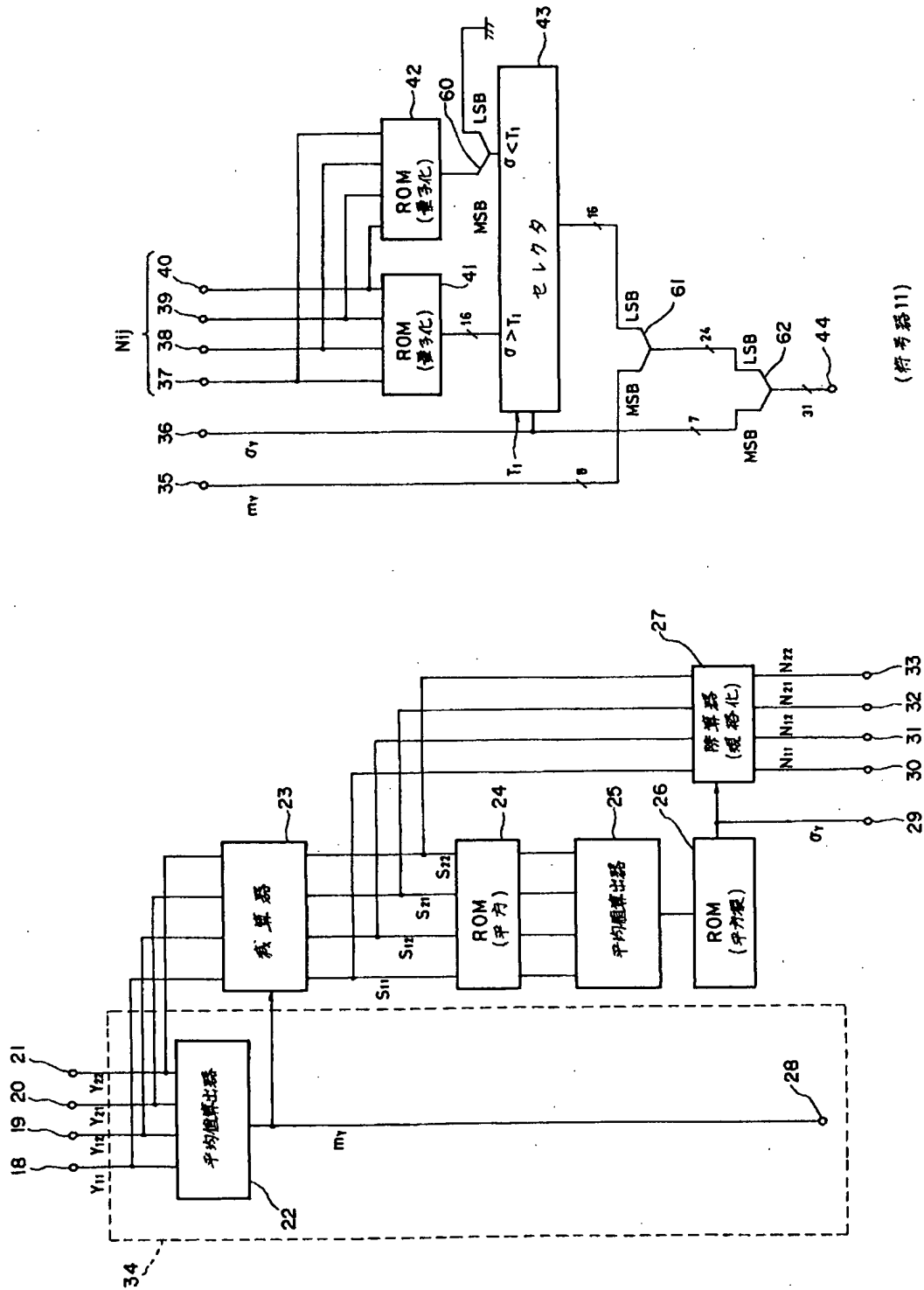
第 2 図



第 3 図

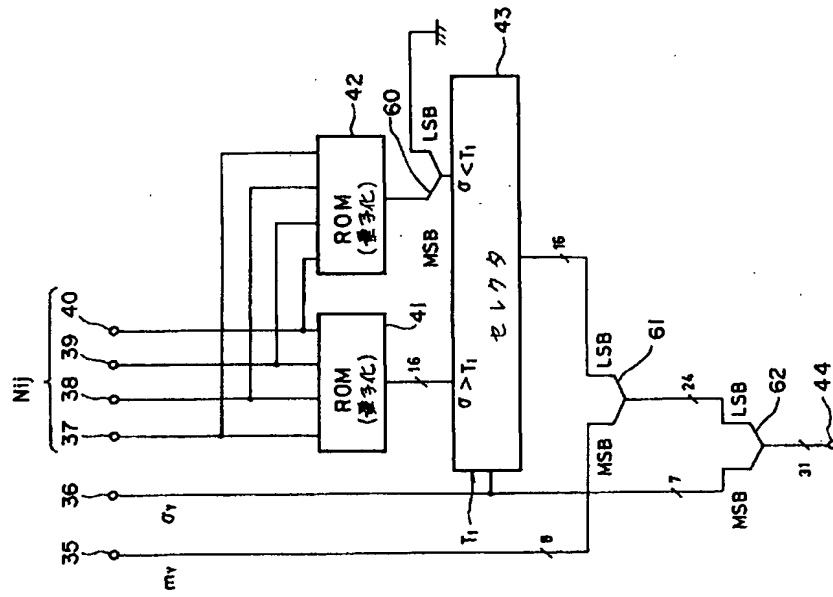


第 4 図



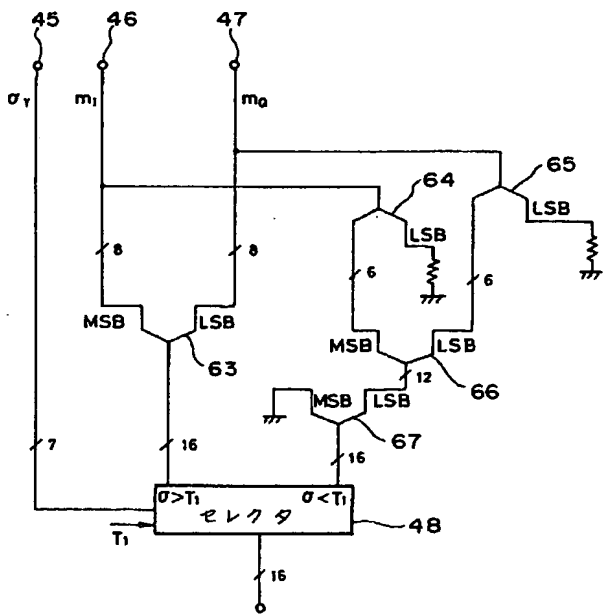
(演算器 8, 9, 10)

第 5 図

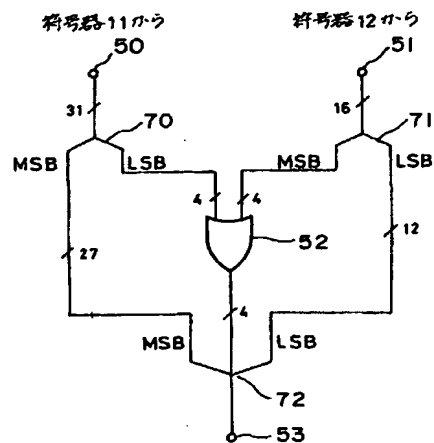


(符号器 11)

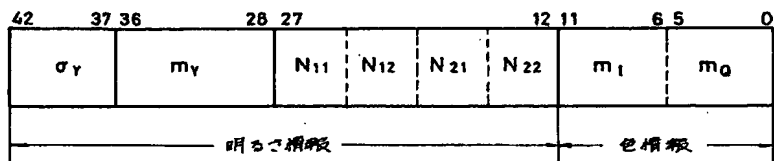
第 6 図



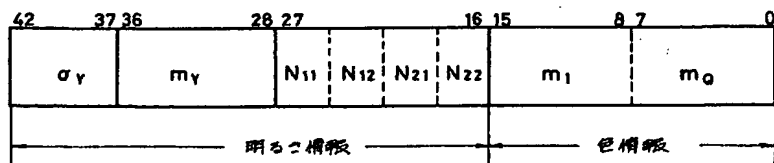
(符号器 12)
第 7 図



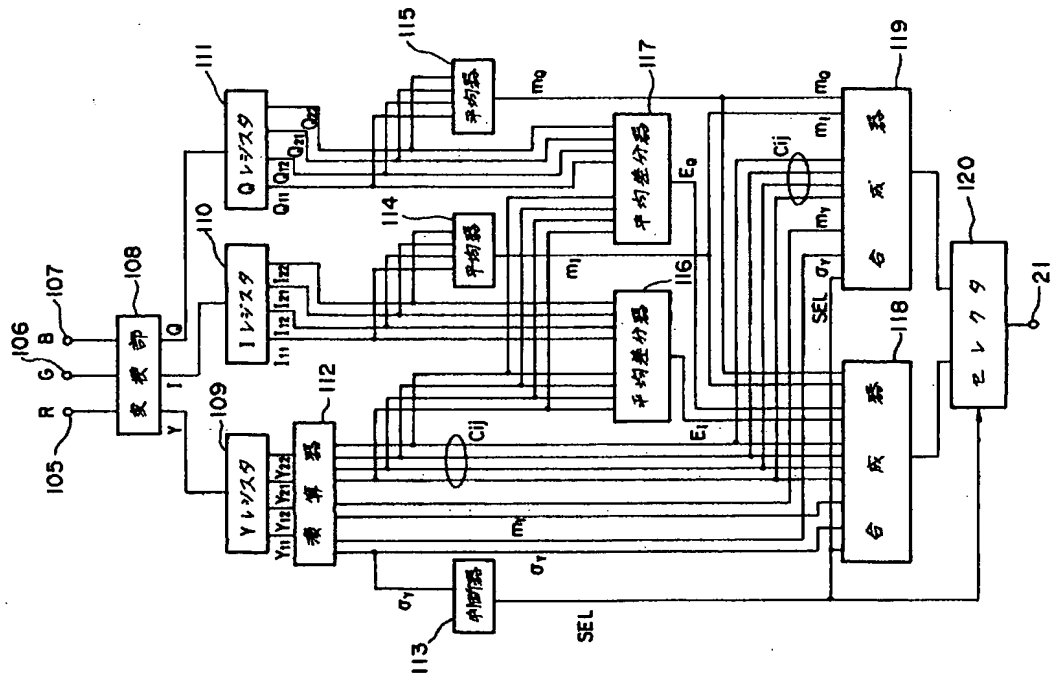
(合成器 13)
第 8 図



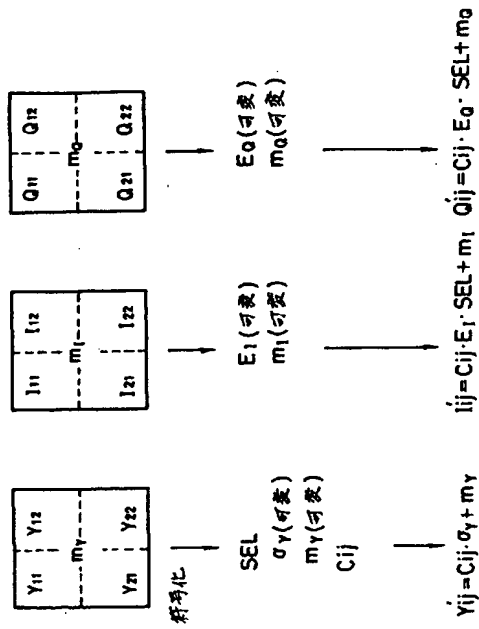
第 9A 図



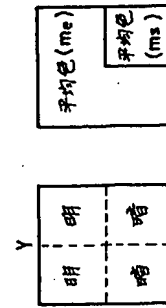
第 9B 図



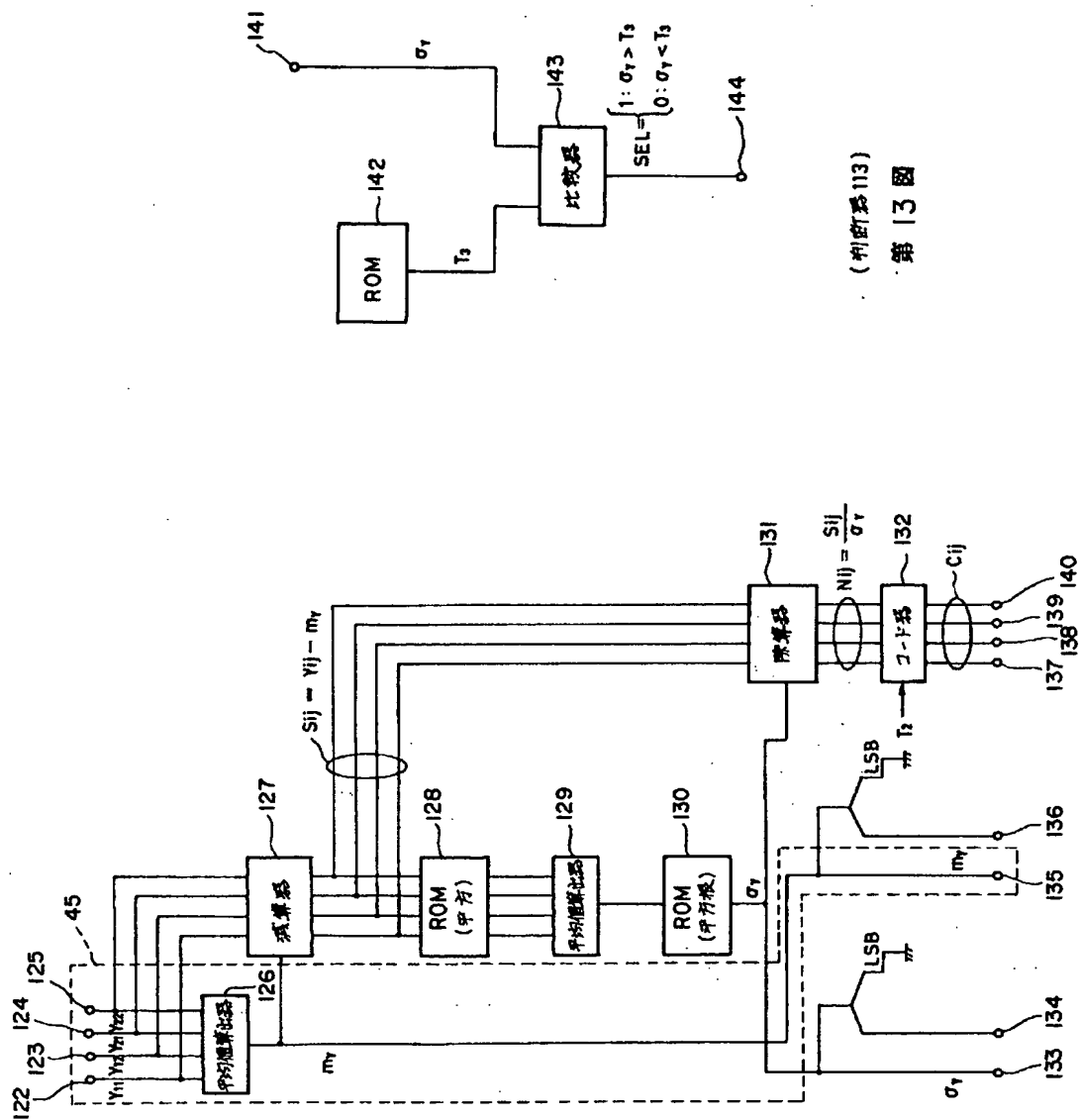
第10図



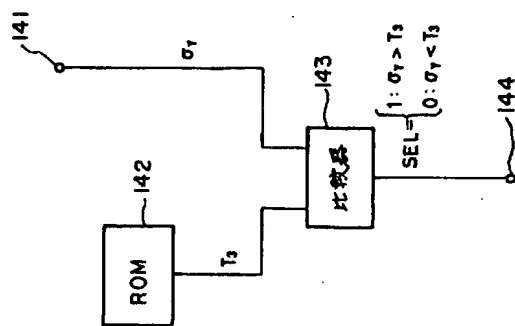
第11A図



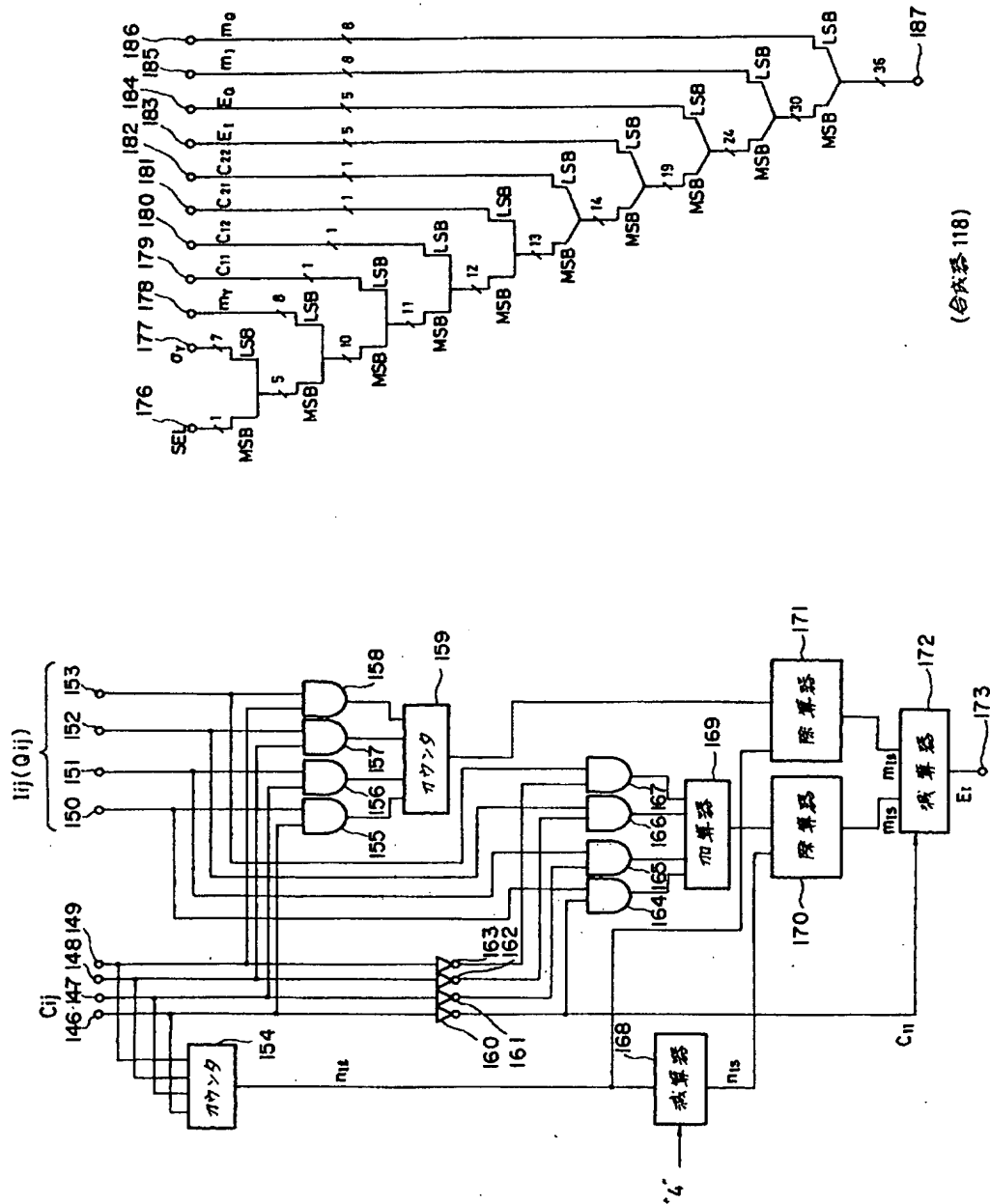
第11B図



第 12 図

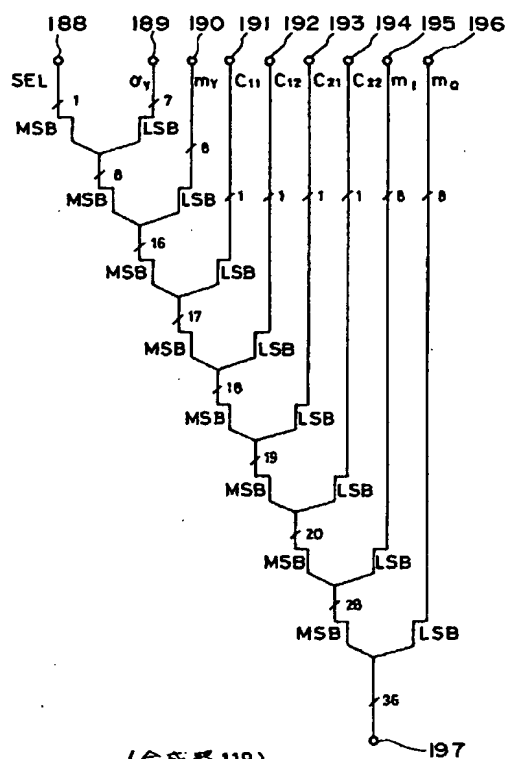


(参照図 113)
第 13 図

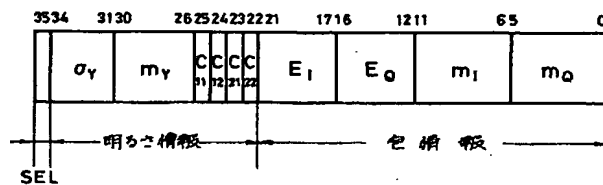


第 15 圖 (合成器 118)

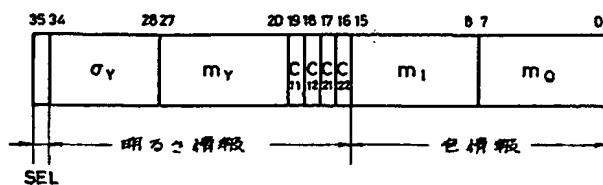
第14圖 (平均差分析)



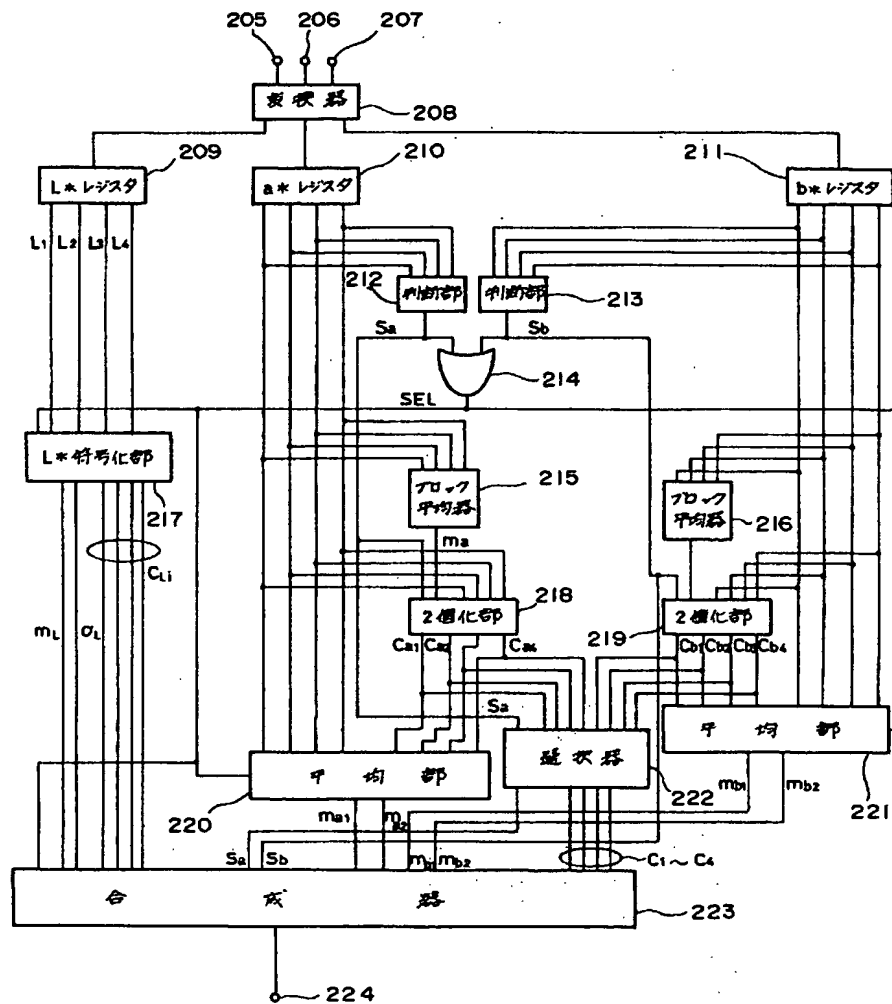
(合成器 119)
第 16 図



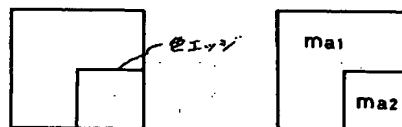
第 17A 図



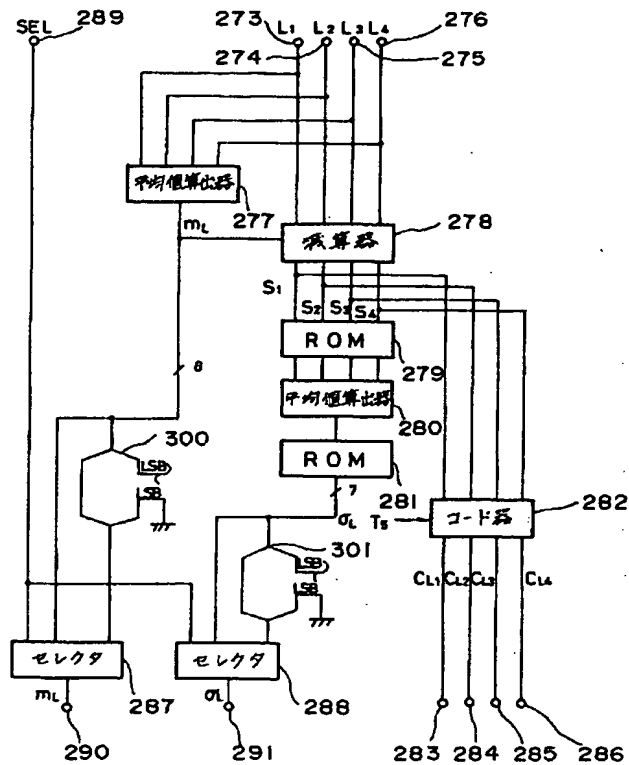
第 17B 図



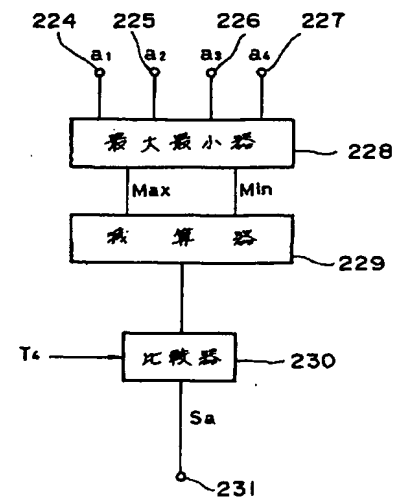
第 18 図



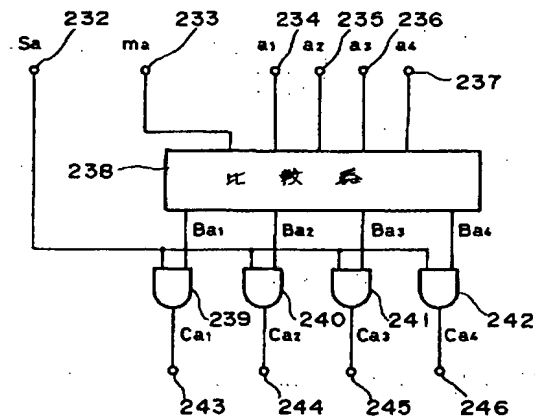
第 19 図



(L*符号化部 217)
第 20 図

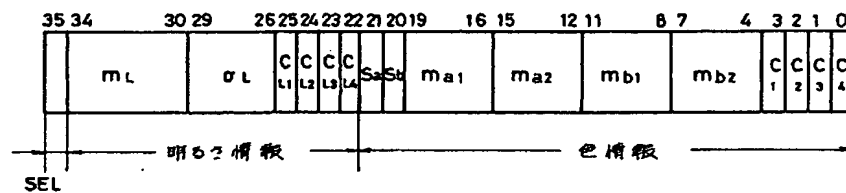
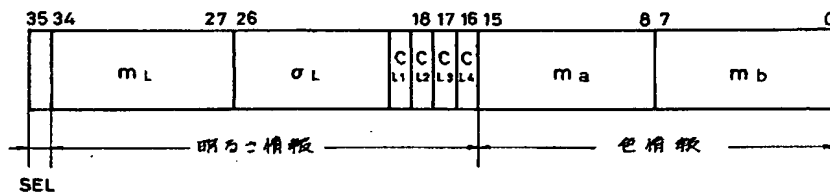
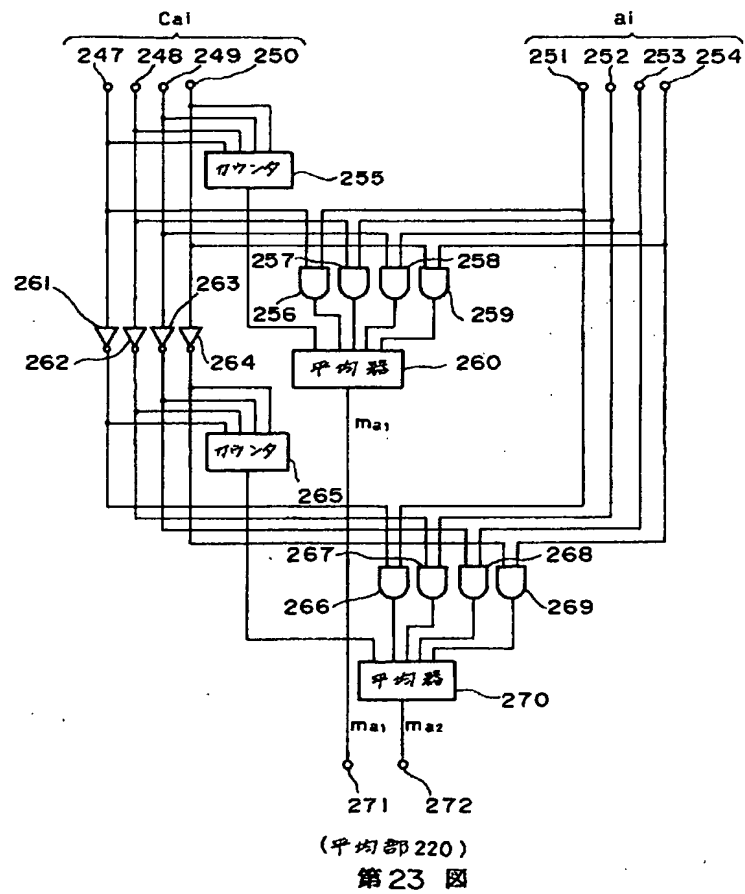


(判断部 212)
第 21 図



(二價化部 218)

第 22 図



Sa	Sb	C1～C4の内容	a*の平均値 (情報量)	b*の平均値 (情報量)
0	1	Cb1～Cb4	ma (8ビット)	mb1 (4ビット) mb2 (4ビット)
1	0	Ca1～Ca4	ma1 (4ビット) ma2 (4ビット)	mb (8ビット)
1	1	Ca1～Ca4	ma1 (4ビット) ma2 (4ビット)	mb1 (4ビット) mb2 (4ビット)
0	0	0ビット	ma (8ビット)	mb (8ビット)

第 25 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.